UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO
FACULTAD DE AGRICULTURA Y ZOOTECNIA
VENECIA, DURANGO, MÉXICO
http://faz.ujed.mx

27 Semana Internacional de Agronomía

MEMORIA

ISBN en trámite

Editores

M. C. José Manuel Vázquez Navarro
M.C. Judith Puentes Gutiérrez
Ph. D. Juan José Martínez Ríos
M.C. Magali Jeaneth López Calderón
M.C. Mayarín de Jesús Vázquez Navarro
Lic. Rolando Santana Rodríguez

Facultad de Agricultura y Zootecnia
FAZ UJED

7 al 11 de Septiembre del 2015
Centro de Convenciones Posada del Río
Av. Hidalgo No. 1280, Col. Centro, Gómez Palacio, Durango, Méx.

UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO
FACULTAD DE AGRICULTURA Y ZOOTECNIA
VENECIA, DURANGO, MÉXICO
http://faz.ujed.mx

27 Semana Internacional de Agronomía

MEMORIA

ISBN en trámite

EDITORES:
M. C. José Manuel Vázquez Navarro
M.C. Judith Puentes Gutiérrez
Ph. D. Juan José Martínez Ríos
M.C. Magali Jeaneth López Calderón
M.C. Mayarín de Jesús Vázquez Navarro
Lic. Rolando Santana Rodríguez

Artículos de las conferencias y carteles
presentados en el Centro de Convenciones
Posada del Río en Gómez Palacio, Dgo., México
los días 09, 10 y 11 de Septiembre del 2015

Para adquirir ejemplares de este documento diríjase a:
Facultad de Agricultura y Zootecnia-UJED
Carretera Gómez Palacio-Tlahualilo Km 32
Venecia, Durango, México.
Tel. 01(871)711-8876; 711-8875
Correo electrónico:*faz.ujed@prodigy.net.mx*
http://faz.ujed.mx/eventos/semana27.html

Diseño de Portada:
L.D.G. Beatriz Ileana Martínez Román
ileanamartin@yahoo.com

Facultad de Agricultura y Zootecnia
FAZ UJED

NOTA IMPORTANTE

Para la elaboración de los resúmenes que aquí se presentan se proporcionaron a los autores instrucciones específicas de la extención, tipo de letra, procesador electrónico y formato en general, todo con la intención de facilitar el manejo de la información y brindar un documento homogéneo. Afortunadamente, en la mayoría de los casos se cumplieron las indicaciones; cuando no fue asi, los editores acordaron ajustar a un formato y corregir algunos errores, que a juicio de estos lo ameritaban. Sin embargo la información original jamas se modifico y, aunque puede haberse cometido algunos errores tipográficos, el contenido de los resúmenes es responsabilidad exclusiva de los autores. Por otro lado, la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED, no avala la efectividad de los productos ni de los accesorios que se mencionan por nombre común o marca comercial en alguno de los trabajos, como tampoco puede respaldar o certificar la validez de los experimentos y resultados que se obtuvieron en estos.

PRESENTACIÓN

Constituye una gran alegría y un orgullo, para la Facultad de Agricultura y Zootecnia , como institución pionera de la educación agrícola superior en la Comarca Lagunera, celebrar un aniversario mas de su fundación mediante la realización de su evento, con 27 años de manera consecutiva, denominado Semana Internacional de Agronomia.

Para llegar a la celebración de nuestro magno evento, se ha requerido el entusiasmo, talento y esfuerzo de toda la comunidad Universitaria de nuestra Facultad, a la gentileza de los conferencistas y participantes externos de la sección de carteles, asi como al decidido apoyo de las autoridades centrales de la Universidad Juarez del Estado de Durango. Esta conjunción de esfuerzos nos hace posible llevar a técnicos, estudiantes, productores, investigadores y público en general temas prioritarios del sector agropecuario y tópicos de actualidad que afectan a nuestra comunidad regional.

En el ciclo de conferencias de este año, reconocidos ponentes regionales, nacionales y del extranjero generosamente comparten sus experiencias con nosotros en temas relativos a aspectos productivos, económicos, recursos naturales e impacto ambiental, entre otros. Generando con ello, un panorama bastante amplio de los diversos aspectos que inciden sobre el desarrollo agropecuario sustentable de nuestra Comarca.

En esta ocasión, la sección de carteles se ve enriquecida con mas de ciento cincuenta trabajos de instituciones hermanas y de investigadores de nuestra Facultad, lo que permite acrecentar el panorama que presenta el ciclo de conferencias y lo circunscribe al ámbito regional. Los interesados encontraran en esta sección trabajos relativos al manejo de recursos naturales, producción agropecuaria y medio ambiente.

Al presentar este documento, estamos seguros que deberá ser una referencia obligada entre los interesados a las Ciencias Agropecuarias y, a la vez, con orgullo podemos aseverar que esta memoria es la evidencia escrita del compromiso de nuestra Facultad con la Comunidad Lagunera y coadyuvar al desarrollo regional mediante la capacitación agropecuaria al más alto nivel.

Ph. D. JUAN JOSÉ MARTÍNEZ RÍOS
Director de la Facultad de Agricultura y Zootecnia

ÍNDICE
SECCIÓN CONFERENCIAS

	PÁG
WATER RESOURCE MANAGEMENT FOR SEMI-ARID AREAS: STATUS, PROBLEM AND OPPORTUNITIES Manoj K. Shukla	**1**
LOS SUELOS Y LA SEGURIDAD ALIMENTICIA APOYADOS EN EL MANEJO DE RESIDUOS ORGANICOS Juan Pedro Flores Margez	**9**
LA MIGRACIÓN DE LA MARIPOSA MONARCA (*Danaus plexippus*) EN NORTEAMÉRICA Y SU PASO POR LA COMARCA LAGUNERA, MÉXICO José Manuel Vázquez Navarro, Bertha Alicia Cisneros Flores, Juan José Martínez Ríos, José Javier Carlos Cabral	**15**
LA APICULTURA Y LA APITERAPIA Dr. José Luis Reyes Carrillo, M.C. Eleno Hernández Martinez, M. C. Edgardo Cervantes Alvarez, Dr. Pedro Cano Ríos, Dr. Héctor Madinaveitia Ríos y Dr. Alejandro Moreno Reséndez	**24**
PEPINO SOBRE ACOLCHADO PLÁSTICO DE COLORES CON PELÍCULAS CONVENCIONALES, FOTODEGRADABLES, EN CAMPO ABIERTO Y CASA SOMBRA Luis Ibarra Jiménez.	**31**
ESTRATEGIAS PARA INCREMENTAR EL VALOR ALIMENTICIO DE FORRAJES O SUBPRODUCTOS FIBROSOS J. Santos Serrato Corona, Tania Minor Hinojosa, Laura Moreno Sepúlveda	**36**
ENFOQUE EN LA PRODUCCION Y CONSERVACION DE FORRAJE PARA GANADO LECHERO. Ing. Salvador Ordaz Vargas	**46**
RE EVOLUCIÓN AGRÍCOLA Ingeniero José Antonio Muñoz Vázquez	**49**
CULTIVO DEL ARBOL DE MORINGA *Moringa oleífera* Y SUS USOS POTENCIALES. Ignacio Orona-Castillo, Emilio Olivares Sáenz, Cirilo Vázquez-Vázquez, Miguel Ángel Gallegos-Robles.	**55**

ÍNDICE
SECCIÓN CARTELES

PRODUCCION AGRÍCOLA

PÁG.

PRODUCCIÓN DE ALBAHACA (*Ocimum basilicum L.*) CON ESTIÉRCOL SOLARIZADO Y RIEGO POR CINTILLA EN LA COMARCA LAGUNERA **67**
Jorge Mateo Name Castillo; Ignacio Orona Castillo; Cirilo Vázquez Vázquez; José Ángel Maraña Santacruz, Antonio Gallegos Ponce, Judith Puentes Gutiérrez

CALIDAD ANTIOXIDANTE DE LA CALABACITA DESARROLLADA CON DIFERENTES FUENTES DE FERTILIZACIÓN **74**
Alejandro Moreno Reséndez, Abraham Gándara Landero, José Luis Reyes Carrillo, Mercedes Georgina Ramírez Aragón, María del Rosario Moncayo Luján

RENDIMIENTO DE CHILE HABANERO CON VERMICOMPOSTA AL SUELO Y FOLIAR **80**
Natanhael Flores González,Adrian Fabela Zacarías, Damian Aguilera Tapia Leticia Alfaro Hernández, Juan Cabrera Reyes Victoria HuitronRamírez

INJERTO DE APROXIMACION EN MELON (Cucumis melo L.) SOBRE DOS PORTAINJERTOS DE CALABAZA BAJO CASA SOMBRA RUSTICA **86**
Adrian Fabela Zacarías, Damian Aguilera Tapia, Juan Cabrera Reyes, Leticia Alfaro Hernández, Natanhael Flores González, Natividad Manuel Gómez Ochoa, Haydee Torres Díaz

VERMICOMPOSTA LIQUIDA CON FERTIGACION EN CHILE JALAPEÑO **92**
Jesus Guzmán Carvajal, Damian Aguilera Tapia, Adrian Fabela Zacarías, Natanhael Flores González

INJERTO DE APROXIMACION EN MELON SOBRE DOS PATRONES DE CALABAZA Y RENDIMIENTO Y CALIDAD EN CAMPO **98**
Damian Aguilera Tapia, Adrian Fabela Zacarías, Natanhael Flores González, Leticia Alfaro Hernández, Juan Cabrera Reyes, Héctor Alejandro Aguilar Pérez.

APLICACIÓN DE PAQUETES TECNOLÓGICOS EN ÁREAS DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) DE TEMPORAL CON DIFERENTE POTENCIAL **103**
M.C. Arnulfo Pajarito Ravelero

PRODUCCIÓN DE GRANO Y FORRAJE DE MAÍZ (*Zea mays*) CON DIFERENTES TECNOLOGÍAS EN DOS SISTEMAS DE LABRANZA **110**
Arnulfo Pajarito-Ravelero

EVALUACIÓN DE HÍBRIDOS DE MAÍZ DE GRANO BLANCO Y AMARILLO EN DOS LOCALIDADES DEL NORTE DE TAMAULIPAS **116**
César Augusto Reyes Méndez, Rosendo Hernández Martínez

RENDIMIENTO DE AVENA FORRAJERA ESTABLECIDA BAJO UN SISTEMA AGROFORESTAL EN EL SURESTE DE COAHUILA **122**
Antonio Cano Pineda, José Ángel Sigala Rodríguez, Homero Sarmiento López

RIEGO SOLAR AUTOMATIZADO POR GOTEO- CINTILLA EN INVERNADERO TIPO TUNEL CON CHILE HABANERO **127**
Abel Román López, Marco A. Inzunza Ibarra, Magdalena Villa Castorena, Ernesto A. Catalán Valencia

HÍBRIDOS PRECOCES DE CRUZA SIMPLE PARA GRANO BAJO RIEGO EN DURANGO, DGO., MÉXICO **136**
Luz Maria Salazar Sánchez, Alfonso Peña Ramos, Adán Castillo Rosales, José Luis Cabrales

RESPUESTA DE LA PRODUCCIÓN DEL SORGO A DIFERENTES CONDICIONES HÍDRICAS DEL SUELO **142**
Marco A. Inzunza Ibarra, Ernesto A. Catalán Valencia, Magdalena Villa Castorena, Abel Román López, Rutilo López López

SELECCIÓN DE GENOTIPOS DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) PARA RENDIMIENTO CON BASE A PARAMETOS GENÉTICOS. **148**
Rosendo Hernández Martínez, Alfonso López Benítez, José Espinoza Velázquez

EFECTO DEL SUSTRATO SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD FITOQUÍMICA DE FRUTOS DE TOMATE **155**
Ema Luz Pérez Velázquez, Pablo Preciado Rangel, Manuel Fortis Hernández, Francisco Javier Ruiz Ortega

TASA DE IMBIBICIÓN Y AGUA ABSORBIDA EN TRIGOS DUROS Y UN TRITICALE **161**
Víctor Manuel Zamora Villa, Modesto Colin Rico, María Alejandra Torres Tapia, Martha Alicia Jaramillo Sánchez, Alejandro Javier Lozano del Rio.

CAPACIDAD DE PRODUCCION DE FRUTO ROJO SECO DE POBLACIONES AVANZADAS DE CHILE (*Capsicum annuum L.*) TIPO MIRASOL EN LA REGION LAGUNERA. **167**
Carrillo Amaya José Simón, Enríquez Reyes Jesús, Puente Manríquez José Luis, RuÍz de la Rosa Juan de Dios y Martínez Agüero Héctor Javier

ÁCIDO SALICÍLICO EN LA BIOMASA Y CONTENIDO NUTRIMENTAL DE PLANTAS DE CHILE JALAPEÑO CV. CHICHIMECA **174**
Ricardo Barrera Tovar, Gerardo García Espino, Esteban Sánchez Chávez, Juan Guillermo Martínez Rodríguez

SELENITO Y SELENATO DE SODIO EN LA BIOMASA Y CONTENIDO NUTRIMENTAL DEL CULTIVO DE FRIJOL **180**
Ricardo Barrera Tovar, Gerardo García Espino, Esteban Sánchez Chávez, Juan Guillermo Martínez Rodríguez

DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE LA DENSIDAD DE PLANTACIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA UVA DE MESA, EN LA VARIEDAD MÁLAGA ROJA (*Vitis vinifera* L.) **187**
Rodolfo Faz Contreras, Eduardo Madero Tamargo, Moisés Velázquez Velázquez, Miguel Palomo Rodriguez

EFECTO DEL PORTAINJERTO SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA UVA DE MESA, EN LA VARIEDAD MÁLAGA ROJA (*Vitis vinífera* L.) **193**
Rodolfo Faz Contreras, Eduardo Madero Tamargo, Moisés Velázquez Velázquez, Miguel Palomo Rodriguez

EFECTO DE LA DENSIDAD DE PLANTACIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA UVA EN LA VARIEDAD MERLOT (*Vitis vinifera* L.) **197**
Eduardo Madero Tamargo, Rodolfo Faz Contreras, Ángel Lagarda Murrieta, Cristian Valente Morales Rodríguez.

EVALUACIÓN DE CRUZAS DE PRUEBA DE LÍNEAS DE MAÍZ CON DOS PROBADORES DE CICLO INTERMEDIO PARA GRANO, EN DURANGO, DGO. MÉXICO. **201**
Adán Castillo Rosales, Alfonso Peña Ramos, Luz María Salazar Sánchez, José Luis Cabrales

APTITUD COMBINATORIA GENERAL Y ESPECÍFICA EN GENOTIPOS DE CHILE (*Capsicum annuum*). **206**
Gibran Jaciel Alejandro Rojas, Rosendo Hernández Martínez, Reinaldo Méndez Aguilar

COMPARACIÓN DE LA CALIDAD Y RENDIMIENTO DE SEMILLA DE TETRAPLOIDES Y UN DIPLOIDE DE *Physalis ixocarpa* BROT. PRODUCIDA EN EL SUR DEL ESTADO DE COAHUILA **213**
María Alejandra Torres Tapia, Francisca Ramírez Godina, Leticia Escobedo Bocardo, Víctor Manuel Zamora Villa, Martha Alicia Jaramillo Sánchez

RENDIMIENTO Y CARACTERES SECUNDARIOS DE HÍBRIDOS DE MAÍZ EN DIFERENTES NIVELES RIEGO **220**
Oralia Antuna Grijalva, José Miguel Gómez Cervantes, Armando Espinoza Banda, José Luis Coyac Rodríguez; Yeni Llaven Valencia, Anselmo González Torres

EVALUACIÓN DE ESCARIFICACIÓN EN *Phaseolus vulgaris* silvestre BAJO DISTINTOS TIPOS DE ALMACENAMIENTO **227**
Susana Elizabeth Ramírez Sánchez, Cecilia Elena Meléndez Aceves, Ana Cristina,Pablo Tolentino, Marco Alejandro Pérez Castilleja, Ricardo Barrera Tovar.

MODELADO NUMÉRICO DE INCLUSIONES ELÍPTICAS DE SiC, TiB_2 y WC EN UN CUERPO SUBSOLADOR AGRÍCOLA **234**
Francisco Garibaldi Márquez, José María Rodríguez Lelis

DINÁMICA DE FLUJO COMPUTACIONAL PARA PREDECIR FUERZA DE TIRO POR LABRANZA DEL SUELO **241**
Francisco Garibaldi Márquez, Raúl Vidal García Hernández, Manuel Antonio Galindo Reyes, Osías Ruíz Álvarez

DISEÑO DE PROTOTIPO DE DESGRANADORA DE AJOS PARA PEQUEÑOS PRODUCTORES **248**
Raúl Vidal García Hernández, Francisco Garibaldi Márquez, Carlos Rojas Santillán, Ernesto Martínez Reyes.

ACCIÓN GÉNICA EN LÍNEAS Y CRUZAS DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN DOS CONDICIONES DE RIEGO **257**
Armando Espinoza Banda, Sergio Alejandro Zapata Adame, Oralia Antuna Grijalva, José Luis Coyac Rodríguez

ESTABILIDAD DEL RENDIMIENTO FORRAJERO DE TRES VARIEDADES DE SORGO DULCE **265**
Pablo Alfredo Domínguez Martínez, Rafael Jiménez Ocampo, Rigoberto Rosales Serna, César Francisco Galindo Villanueva[1].

DIAGNÓSTICO NUTRIMENTAL FOLIAR EN VIÑEDOS DE AGUASCALIENTES **271**
Manuel Antonio Galindo Reyes, Ricardo Favián Guevara Medina, Osias Ruiz Álvarez, Ambrosio Franco Bañuelos

DINÁMICA MICROBIOLÓGICA EN CULTIVOS REGADOS CON AGUAS RESIDUALES TRATADAS **278**
María del Rosario Jacobo Salcedo, Denisse Analy Mejía Núñez, Ricardo Trejo Calzada, Uriel Figueroa Viramontes

EL USO DE MARCA EN LA COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS AGROPECUARIOS: EL CASO DEL MELÓN DE LA COMARCA LAGUNERA **284**
José de Jesús Espinoza Arellano, Antonio Véliz Camacho, Manuel Medina Elizondo, Juan Gabriel Contreras Martinez

ESTRATEGIAS PARA INCREMENTAR EL VALOR ALIMENTICIO DE FORRAJES O SUBPRODUCTOS FIBROSOS **289**
J. Santos Serrato Corona, Tania Minor Hinojosa, Laura Moreno Sepúlveda

DETERMINACIÓN DEL EFECTO DEL PORTAINJERTO SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA UVA EN LA VARIEDAD MERLOT (*Vitis vinífera* L.). **299**
Eduardo Madero Tamargo, Rodolfo Faz Contreras, Ángel Lagarda Murrieta e Ivette Castañeda Alfaro.

APLICACIÓN FOLIAR DE SUSTANCIAS INDUCTORAS DE LA TOLERANCIA A LA SEQUÍA EN FRIJOL **304**
Ma. Magdalena Villa Castorena, Ernesto Alonso Catalán Valencia, Marco Antonio Inzunza Ibarra, Abel Román López, María del Rosario Jacobo Salcedo

DESARROLLO FENOLÓGICO DE HIGUERA (*Ficus cárica* L.) CULTIVADA EN ALTAS DENSIDADES DE POBLACIÓN **309**
Jesús Arcadio Muñoz Villalobos, Hilario Macias Rodríguez, Miguel Rivera González, Guillermo González Cervantes, Magdalena Villa Castorena

DISPONIBILIDAD DE NITRÓGENO EN LAS DIFERENTES ETAPAS DE UN PROCESO DE COMPOSTEO AERÓBICO **316**
Jesús Arcadio Muñoz Villalobos, Lourdes Lucía López Romero, María del Rosario Jacobo Salcedo, Hilario Macías Rodríguez

RESPUESTA EN RENDIMIENTO, EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA Y CALIDAD NUTRICIONAL DE LA AVENA CON DIFERENTES LÁMINAS DE RIEGO, IRRIGADA CON GOTEO **323**
Ríos Vega María Esther, Anaya Salgado Antonio, Núñez Hernández Gregorio, Faz Contreras Rodolfo, Serrato Medina Hugo A.

COMPORTAMIENTO DE LA SOYA DE VERANO EN RENDIMIENTO Y EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA CON DIFERENTES REGÍMENES DE RIEGO **329**
Anaya Salgado A., Núñez Hernández G., Faz Contreras R., Serrato Medina H. A., Herrera González. C. I., Granados Niño J. A.

RESPUESTA EN RENDIMIENTO Y EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA EN DOS VARIEDADES DE SORGO FORRAJERO DE VERANO **335**
Anaya Salgado A., Núñez Hernández G., Faz Contreras R., Serrato Medina H. A. Ríos Vega María Esther , Granados Niño J. A.,

PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE BIOMASA PARA HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.) EN LAS CONDICIONES AGROECOLÓGICAS DE LA COMARCA LAGUNERA **342**
Miguel Palomo Rodríguez, Rodolfo Faz Contreras, Antonio Anaya Salgado, Palmira Bueno Hurtado, Ricardo Barrera Tovar, Jorge Alberto Granados Niño

CALIDAD NUTRICIONAL DE ENSILADOS DE MAÍZ Y SORGO EN EXPLOTACIONES LECHERAS DE LA REGIÓN LAGUNERA **348**
Gregorio Núñez Hernández, Jorge Alberto Granados Niño.

CARACTERIZACIÓN FISICO-QUÍMICA DE SUELOS AGRÍCOLAS PARA SU USO EN MODELOS DE SIMULACIÓN **353**
Palmira Bueno Hurtado, Lourdes Lucía López Romero, Armando López Santos, Ignacio Sánchez Cohen, Miguel Palomo Rodríguez

PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE 4 HIBRIDOS DE PEPINO, *Cucumis sativus*, BAJO CONDICIONES DE MALLA-SOMBRA **358**
Homero Sánchez Galván, Karla Estela Novella De La Torre, Urbano Nava Camberos, David Ovalle Rios

RENDIMIENTO Y CALIDAD DE 5 HÍBRIDOS DE TOMATE BAJO SISTEMA DE PRODUCCIÓN ORGÁNICA EN MALLA-SOMBRA **367**
Homero Sánchez Galván, David Ovalle Rios, Urbano Nava Camberos, Joel Gerardo Sánchez Martínez

ESTUDIO DE FENOLOGÍA DE 5 HÍBRIDOS DE TOMATE BAJO SISTEMA DE PRODUCCIÓN ORGÁNICA EN MALLA-SOMBRA **374**
David Ovalle Rios, Homero Sánchez Galván, Urbano Nava Camberos, Jorge Luis Alamillo Quiñones

EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍA PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN DE CHILE SERRANO (*Capsicum annuum* L.) EN EL NORTE DE MÉXICO **380**
Delgado Ramírez Gerardo Catalán Valencia Ernesto Alonso, Villa Castorena Ma. Magdalena, Inzunza Ibarra Marco Antonio, Román López Abel

USO DE UN COMPLEJO DE MICRONUTRIMENTOS EN LA CALIDAD DEL FRUTO DEL NOGAL PECANERO **387**
Juan José Galván Luna , Marco Antonio Bustamante García , Víctor Manuel Reyes Salas, Fabiola Aureoles Rodríguez, María Guadalupe Pérez Ovalle

PRODUCCION PECUARIA

FORRAJE MOLIDO EN EL CONCENTRADO INICIADOR SOBRE EL PESO DE BECERROS HOLSTEIN EN CRIANZA **392**
J. Salomé Saucedo Quintero, Ernesto Avelar Lozano, Leonel Avendaño Reyes, Juan Manuel Gómez Vega, Mayela Patricia Gallegos de la Hoya.

ACIDOS GRASOS VOLÁTILES EN BECERROS SUPLEMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE UN PRECURSOR GLUCOGÉNICO **398**
Jay Dennise Carrillo Herrera, Manuel Murillo Ortiz, Esperanza Herrera Torres Osvaldo Reyes Estrada

EVALUACIÓN DE UN PRECURSOR GLUCOGÉNICO EN DIETAS DE FINALIZACIÓN PARA BECERROS EN CORRAL DE ENGORDA **404**
Brenda Martínez Hernandez, Manuel Murillo Ortiz, Esperanza Herrera Torres, Jay D Carrillo Herrera, Leslie Berumen Hernandez

EFECTO DEL NIVEL DE GRANOS SECOS DE DESTILERÍA DE MAÍZ MAS SOLUBLES Y FORRAJE SOBRE EL CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS EN LA CARNE DE BECERROS ALIMENTADOS EN CORRAL DE ENGORDA **410**
Esperanza Herrera Torres, Manuel Murillo Ortiz, Juan R Esparza Rivera, Francisco O Carrete Carreón

VARIACIONES ESTACIONALES EN LOS PATRONES NUTRICIONALES Y FERMENTATIVOS DE LA DIETA Y METABOLITOS SANGUÍNEOS DE BOVINOS EN PASTOREO **416**
Osvaldo Reyes Estrada, Manuel Murillo Ortiz, Esperanza Herrera Torres, Francisco Oscar Carrete Carreón, J. Natividad Gurrola Reyes.

DESARROLLO DE BECERRAS HOLSTEIN BAJO LA DISMINUCIÓN DE DIETA LÍQUIDA **422**
Florentino Bobadilla Guadalupe, González Avalos Ramiro, De la Cruz Millán César, Pérez Rebolloso Elizabeth, Ramos Álvarez Juan Francisco, Fernández de la Cruz Aleida[1], Peña Revuelta Blanca Patricia[1], González Avalos José, Núñez González Lilia Esmeralda

CALIDAD DE CALOSTRO PRODUCIDO POR VACAS HOLSTEIN FRIESIAN DE PRIMER PARTO Y MULTÍPARAS **427**
González Avalos Ramiro, Favela Esquivel Noel, Pérez Silva Efraín Curiel, Macías Ortiz Edgar Jesus, Pérez Rebolloso Elizabeth, Peña Revuelta Blanca Patricia, González Avalos José, Núñez González Lilia Esmeralda

TRANSFERENCIA PASIVA DE INMUNIDAD EN BECERRAS RECIEN NACIDAS HOLSTEIN SUPLEMENTADAS CON SELENIO Y VITAMINA B12 **433**
González Avalos Ramiro, Baca Gloria Paloma Lizeth, Padrón Segura Daniel, Ortiz Hernández, Reyes Romero Alondra, Emmanuel Pérez Rebolloso Elizabeth, Macías Ortiz Edgar Jesus, Favela Esquivel Noel, Peña Revuelta Blanca Patricia, González Avalos José, Núñez González Lilia Esmeralda

CALIDAD DE CALOSTRO, PRODUCCION Y CALIDAD DE LECHE EN OVEJAS RESTRINGIDAS NUTRICIONALMENTE Y SUPLEMENTADAS CON VITAMINA E **438**
Gámez Vázquez H.G., Rosales Nieto C.A., Vélez Monroy L.I ., Flores Najera M[3]., Moron Cedillo F.J.

RESTRICCION ALIMENTICIA MATERNA DURANTE LA GESTACION Y LACTACION Y SUPLEMENTACION DE VITAMINA E SOBRE DESARROLLO DE CORDEROS **444**
Gámez Vázquez H.G., Rosales Nieto C.A., Flores Najera M., Vélez Monroy L.I., Morón Cedillo F.J.

EFECTO DE LOS FACTORES AMBIENTALES SOBRE LA COMPOSICIÓN DE LECHE DE CABRAS CRIOLLAS DEL ALTIPLANO POTOSINO **451**
Rosales Nieto C.A., Vélez Monroy L.I., Flores Najera M., Gámez Vázquez H.G., Urrutia Morales J.

EFECTO DE LOS FACTORES AMBIENTALES Y LA PRODUCCION DE LECHE EN CABRAS CRIOLLAS EN EL ALTIPLANO POTOSINO **458**
Rosales Nieto C.A., Flores Najera M., Vélez Monroy L.I., Gámez Vázquez H.G., Urrutia Morales J.

INCIDENCIA DE PARTOS EN BOVINOS PRODUCTORES DE LECHE DE ACUERDO A LA FASE LUNAR Y ÉPOCA DEL AÑO **465**
Montejano Medina LY, Gallegos de la Hoya MP, Toca Ramírez JA, P Rodríguez Contreras, Reveles Saucedo FO

EFECTOS DE LA SUPLEMENTACIÓN CON BLOQUES MULTINUTRICIONALES A BASE DE NOPAL FERMENTADO SOBRE LOS PATRONES DE FERMENTACIÓN RUMINAL EN BOVINOS CONFINADOS **471**
Leslie Berúmen Hernandez, Jay D Carrillo Herrera, Jonathan N Rubio Valdez, Esperanza Herrera Torres, Manuel Murillo Ortiz

PRODUCCIÓN DE GAS *IN VITRO* Y METANO DE LA DIETA CONSUMIDA POR BOVINOS EN UN PASTIZAL NATIVO DEL ESTADO DE DURANGO **477**
Manuel Murillo Ortiz, Osvaldo Reyes Estrada, Esperanza Herrera Torres, Francisco O Carrete Carreon

EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE NOPAL (*Opuntia megacantha Salm-Dyck*) PROTEÍNICAMENTE ENRIQUECIDO SOBRE LA REACTIVACIÓN OVÁRICA EN CABRAS EXPUESTAS AL EFECTO MACHO EN LA ÉPOCA DE ANESTRO **482**
C.A. Romero-Rodríguez, C.A. Meza-Herrera, A. Flores-Hernández, O. Cano-Villegas, F. G. Véliz-Deras

RESPUESTA SEXUAL DE LAS CABRAS DE LA RAZA ALPINO - FRANCES SINCRONIZADAS CON PROSTAGLANDINAS CON MONTA NATURAL A TIEMPO FIJO **489**
Rivas-Muñoz R, Carrillo E, Véliz FG

POTENCIAL LECHERO DE LA CABRA CRIOLLA DEL ALTIPLANO ZACATECANO DURANTE EL PERIODO DE ESTIAJE **493**
Flores, M.J., Rosales, C.A., Vélez, L.I., Herrera, M

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LECHE DE CABRA CRIOLLA DEL ALTIPLANO ZACATECANO ALIMENTADA BAJO DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN **498**
Flores, M.J., Herrera, M., Vélez, L.I., Rosales, C.A., Echavarría, F.G

INDUCCIÓN DE LA ACTIVIDAD REPRODUCTIVA DE HEMBRAS ANESTRICAS CON MACHOS CABRÍOS TRATADOS CON GLUTAMATO DURANTE EL MES DE MAYO EN EL NORTE DE MÉXICO **503**
J.M. Guillén, Z. Santos, G. Arellano-Rodríguez, G. Rodríguez-Martínez, E. Carrillo, F.G. Véliz-Deras

EFECTO DE LA PROGESTERONA Y PMSG EN EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE OVEJAS EN ANESTRO EN UNA ZONA SEMIÁRIDA **507**
Rodríguez Contreras P, Toca Ramírez JA, Saucedo Quintero JS, Reveles Saucedo FO, Gallegos de la Hoya MP

COMPORTAMIENTO SEXUAL DE MACHOS CABRÍOS TRATADOS CON GLUTAMATO DURANTE LA ÉPOCA DE REPOSO SEXUAL **512**
J.M. Guillén, Z. Santos, G. Arellano-Rodríguez, G. Rodríguez-Martínez, F.G. Véliz-Deras, E. Carrillo

EFECTO DE INMUNOGLOBULINAS IgY ESPECÍFICAS SOBRE LA INCIDENCIA DE DIARREAS EN BECERRAS LECHERAS HOLSTEIN FRIESIAN **515**
Pérez Silva Efraín Curiel, González Avalos Ramiro

EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA SEXUAL DE MACHOS CABRÍOS CRIOLLOS JÓVENES SOMETIDOS A UN TRATAMIENTO CON TESTOSTERONA EXÓGENA Y A DIFERENTES NIVELES DE ALIMENTACIÓN **520**
López-Jara AG, Machado-Ramos G, Benitez-Rivas JJ, Alvarado-Espinoza JF, Vélez-Monroy LI,Chávez-Solis AU, Véliz-Deras FG, Mellado-Bosque M, De Santiago-Miramontes MA

BALANCE DE NITRÓGENO EN CABRAS SUPLEMENTADAS CON SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES **524**
J. Santos Serrato Corona, Victoria Castruita Miranda, Edmundo Castellanos Pérez, Donaciano García Sánchez

DIGESTIBILIDAD APARENTE DE SOCA DE SORGO EN CABRAS SUPLEMENTADAS CON SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES **529**
J. Santos Serrato Corona, Victoria Castruita Miranda, Edmundo Castellanos Pérez, Donaciano García Sánchez

PRODUCCIÓN DE LECHE DE CABRA EN LA COMARCA LAGUNERA (INTENSIVO Y EXTENSIVO) DURANTE LA ÉPOCA DE ESTIAJE **533**
Vélez Monroy L.I., Rosales Nieto C.A., Flores Nájera M.J., Chávez Solís A.U., Salinas González H.

COMPARACIÓN DE LA CALIDAD DE LA LECHE DE CABRAS CRIOLLAS EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN **537**
Vélez Monroy L.I., Rosales Nieto C.A., Flores Nájera M.J., Chávez Solís A.U., Salinas González H.

SUSTENTABILIDAD Y MANEJO DE RECURSOS NATURALES

HUELLA HIDRICA DEL CULTIVO DE MANZANA PRODUCIDA BAJO DIFERENTES NIVELES DE TECNIFICACION EN CANATLAN, DURANGO **541**
José Luis Ríos Flores; Edgar Efrén Graciano Velázquez; Miriam Torres Moreno; José Ruiz Torres; Marco Antonio Torres Moreno

HUELLA HIDRICA AZUL DEL TOMATE ROJO EN LA COMARCA LAGUNERA **547**
José Luis Ríos Flores; Miriam Torres Moreno; José Ruiz Torres; Marco Antonio Torres Moreno

PRODUCTIVIDAD DEL AGUA DE LLUVIA EN CAFÉ (*Coffea arabica*) DEL DDR024 MOTOZINTLA, CHIAPAS, MÉXICO **554**
José Luis Ríos Flores; Miriam Torres Moreno; José Ruiz Torres; Marco Antonio Torres Moreno

INJERTO DE APROXIMACION EN MELON (*Cucumis melo* L.) SOBRE DOS PORTAINJERTOS DE CALABAZA BAJO CASA SOMBRA RUSTICA **558**
Adrian Fabela Zacarías, Damian Aguilera Tapia, Juan Cabrera Reyes, Leticia Alfaro Hernández, Natanhael Flores González, Natividad Manuel Gómez Ochoa, Haydee Torres Díaz

MODELAJE DE LAS PROPIEDAES FÍSICAS DEL SUELO **563**
Gregorio Briones Sánchez, Juan M. Covarrubias Ramírez, Víctor M. Parga Torres

EXTRACCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE RAÍCES EN EL SUELO POR MEDIO DE UNA SONDA CAPACITIVA FDR EN RIEGO POR GOTEO CON MANZANO **572**
Juan M. Covarrubias Ramírez, Víctor M. Parga Torres, Juan D. Sánchez Chaparro

LA CAPACITACIÓN RURAL Y EL EXTENSIONISMO AGROPECUARIO EN EL ESTADO DE DURANGO **580**
Juan Leonardo Rocha Valdez, Rafael Ávila Cisneros; Leder de Jesus Rodrigo Bautista Victoriano

CONTENIDOS DE PROTEINA Y FIBRA DEL NOPAL FORRAJERO FERMENTADO EN ESTADO SOLIDO CON LA LEVADURA *Kluyveromyces marxianus* **587**
Jonathan N Rubio Valdez, Manuel Murillo Ortz, Esperanza Herrera Torres, Osvaldo Reyes Estrada, Jay D Carrillo Herrera

EFECTIVIDAD BIOLOGICA DE KANOPUS SC (azoxystrobin+tebuconazole) CONTRA VIRUELA *Puccinia cacabata* Arth y Holw EN ALGODONERO EN CHIHUAHUA. 2014. **592**
José Luis Aldaba Meza, María de la Luz Durón Terrazas

EFECTO DEL VOLUMEN DE SUSTRATO EN EL CRECIMIENTO DEL DIÁMETRO DE *Echinocactus grusonii* Hildm. **598**
Francisco Castillo Reyes, Diana Yemilet Avila Flores, David Castillo Quiroz

CALIDAD DE PLANTA DE *Pinus engelmmanii* EN RESPUESTA ALA INOCULACIÒN CON RUSSULA SP. EN VIVERO **602**
Laura Elena Martìnez Nevárez, Homero Sarmiento López, Sergio Rosales Mata, José Bernardo Montoya Ayón, Marcelo Hernández Antunez.

PRONÓSTICO DEL RIEGO EN LÍNEA Y TIEMPO REAL PARA SINALOA **608**
Catalán Valencia Ernesto Alonso, Villa Castorena Magdalena, Inzunza Ibarra Marco Antonio, Román López Abel, Delgado Ramírez Gerardo

CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS Y PRODUCTIVAS DE LOS PRODUCTORES DE GUAYABA EN AGUASCALIENTES. **615**
Mercedes Borja Bravo, Sergio Arellano Arciniega, José Luis Ramos González, Silvia Xochilt Almeraya Quintero.

RENTABILIDAD DEL CULTIVO DE HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.) EN DURANGO, MÉXICO **622**
Mercedes Borja Bravo, Rigoberto Rosales Serna, Rafael Jiménez Ocampo, Ramón Jiménez Regalado, Pablo Alfredo Domínguez Martínez.

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE TECNOLOGÍAS PARA EL AHORRO DE AGUA EN VIÑEDOS DE AGUASCALIENTES. **627**
Mercedes Borja Bravo, Manuel Antonio Galindo Reyes.

EL PERÍODO DE CRECIMIENTO EN PABELLÓN DE ARTEAGA AGUASCALIENTES **634**
Osías Ruíz Álvarez, José Ariel Ruíz Corral, Manuel Antonio Galindo Reyes, Francisco Garibaldi Márquez, Arturo Corrales Suastegui.

COMPARACIÓN DE MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DE CARBONO ORGÁNICO TOTAL EN SUELOS DE TEPATITLAN, JALISCO **639**
Lourdes Lucía López Romero, Irma Julieta González Acuña

DINAMICA DE TEMPERATURA EN EL PROCESO DE COMPOSTAJE EN MEZCLAS DE ESTIERCOL BOVINO LECHERO Y RASTROJO DE MAIZ **646**
Lourdes Lucía López Romero, Jesús Arcadio Muñoz Villalobos, Uriel Figueroa Viramontes, María del Rosario Jacobo Saucedo

DETERMINACIÓN DE CARGAS DE COMBUSTIBLES EN ECOSISTEMAS PERTURBADOS POR INCENDIOS **651**
Xelhuantzi Carmona Jaqueline, Chávez Durán Álvaro Agustín, Flores Garnica José German, Rubio Camacho Ernesto Alonso.

ESTIMACIÓN DE DATOS FALTANTES DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN MEDIANTE EL GENERADOR CLIMÁTICO CLIMGEN **658**
Gerardo Esquivel Arriaga, Julián Cerano Paredes, Ignacio Sánchez Cohen, Miguel Velásquez Valle, Palmira Bueno Hurtado

SISTEMA AUTOMATIZADO DE ZONIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA **665**
Chávez Durán Álvaro Agustín, Flores López Hugo Ernesto, Villanueva Díaz José, Rubio Camacho Ernesto Alonso, Jaqueline Xelhuantzi Carmona.

TÉCNICAS DE PERCEPCIÓN REMOTA PARA LA ESTIMACIÓN DE CARGAS DE COMBUSTIBLES FORESTALES **674**
Chávez Durán Álvaro Agustín, Villanueva Díaz José, Rubio Camacho Ernesto Alonso, Jaqueline Xelhuantzi Carmona, Flores Garnica José Germán.

ESTIMACIÓN DEL ALMACENAMIENTO DE CO_2 EN ÁRBOLES DE GUAYABA EN CALVILLO, AGUASCALIENTES **681**
Meraz-Jiménez Antonio de J; Torres-González Jorge A.; Rojas-García Fabiola Galarza-Mendoza José L.; Romo-Durán Juan J.;

EVALUACIÓN DE LA TEMPERATURA SIMULADA POR EL MODELO WRF EN REGIONES AGRÍCOLAS DE MÉXICO **685**
A. Corrales, H. Flores, M. P. Narváez, O. Ruíz y L. A. González

APPCLIMA: UNA APLICACIÓN PARA LA VISUALIZACIÓN EN DISPOSITIVOS MÓVILES DE DATOS METEROLÓGICOS EN TIEMPO REAL DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES. **692**
M. P. Narváez, A. Corrales, L. A. González

ETNOECOLOGÍA DEL FALSO PEYOTE (*Ariocarpus fissuratus)* EN LA RESERVA ECOLÓGICA MUNICIPAL SIERRA Y CAÑÓN DE JIMULCO **699**
Celso Manuel Valencia Castro, Edgar Gutiérrez, Valeria Rodríguez, Fernando Hernández, Norma De La Fuente

CARACTERIZACIÓN DE BIOSÓLIDOS PROVENIENTES DE PLANTAS TRATADORAS DE LA COMARCA LAGUNERA PARA USO AGRÍCOLA **707**
Sandra Patricia Maciel-Torres, María del Rosario Jacobo-Salcedo, Aurelio Pedroza-Sandoval, Ricardo Trejo- Calzada, Uriel Figueroa-Viramontes.

USO DE ESTACIONES AGRO-CLIMÁTICAS Y EL RIEGO EN NOGAL PECANERO. **713**
Guillermo González Cervantes, Jesús Arcadio Muñoz Villalobos, Miguel González Rivera, María del Carmen Potisek Talavera.

MODELACIÓN DEL ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL DE LA CUENCA DEL RÍO BAJO AMACUZAC **722**
Palmira Bueno Hurtado, Omar Durán Guerra, Gerardo Esquivel Arriaga, Miguel Palomo Rodríguez

SOLARIZACIÓN DE ESTIÉRCOL BOVINO, CAPRINO Y GALLINAZA Y EL EFECTO EN LA SOBREVIVENCIA DE *Salmonella* spp **726**
Miguel Ángel Gallegos-Robles, Sarai Shesarely Mendoza-Retana, Cirilo Vázquez-Vázquez, Ignacio Orona-Castillo, José Luis García-Hernández, Héctor Idilio Trejo-Escareño

DESARROLLO DE UNA CLASIFICACIÓN SUPERVISADA DIRIGIDA A OBJETOS CON HERRAMIENTAS DE TIPO OPENSOURCE O SOFTWARE LIBRE **733**
Alan Joel Servin Prieto, Miguel Palomo Rodríguez, Miguel Rivera González, Gerardo Delgado Ramírez, Juan Estrada Avalos

IDENTIFICACIÓN DE AHORRO DE AGUA Y ENERGÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS DE RIEGO TIPO VÁLVULAS ALFALFERAS **740**
Gerardo Delgado Ramírez, Miguel Rivera González, Miguel Palomo Rodríguez, Alan Joel Servin Prieto

USO DE ESTACIONES AGRO-CLIMÁTICAS Y EL RIEGO EN NOGAL PECANERO **747**
Guillermo González Cervantes, Jesús Arcadio Muñoz Villalobos, Miguel González Rivera, María del Carmen Potisek Talavera

ACUMULACIÓN DE MANGANESO EN SUELOS CULTIVADOS CON ALFALFA E IRRIGADOS CON AGUA RESIDUAL Y BOMBEO PROFUNDO **756**
Miguel Palomo-Rodríguez, Alán Joel Servín Prieto, Gerardo Delgado Ramírez, Miguel Rivera González, Palmira Bueno Hurtado

ESTADO ACTUAL DE LAS ÁREAS SEMILLERAS DE *Pinus durangensis* MART. EN CHIHUAHUA Y DURANGO **763**
Manuel Alarcón Bustamante, José Luis García Pérez, Carlos René Lara Macías, José Ángel Sigala Rodríguez, [2]Homero Sarmiento López

ACTUALIZACIÓN DE LA FRONTERA AGRÍCOLA EN LOS DISTRITOS DE RIEGO A NIVEL NACIONAL **771**
Miguel Rivera González , Gerardo Delgado Ramírez, Alán Joel Servín Prieto, Miguel Palomo-Rodríguez, Juan Estrada Avalos

EVALUACIÓN DE MODELOS MATEMÁTICOS PARA EL DISEÑO DE RIEGO POR SUPERFICIE. **777**
Miguel Rivera González, Guillermo González Cervantes, Jesús Arcadio Muñoz Villalobos, Hilario Macías Rodríguez, Gebroham Lopez Hernandez

PERFIL MICROBIANO DEL GUSANO COGOLLERO S*podoptera frugiperda* (J. E. SMITH) EN DURANGO **783**
J. Natividad Gurrola Reyes, Claudia C. Gurrola Pérez, María Berenice González Maldonado, Jesús Lumar Reyes

PARASITOIDES DE GUSANO COGOLLERO *SPODOPTERA FRUGIPERDA* L. (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) DE IMPORTANCIA ECONÓMICA EN MÉXICO **791**
María Berenice González-Maldonado, J. Natividad Gurrola-Reyes y Jesús Lumar Reyes-Muñoz

MODELOS DE ABUNDANCIA DE ESPECIES LEÑOSAS EN UN BOSQUE DE PINO-ENCINO DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL DE MÉXICO **796**
Rubio Camacho Ernesto Alonso, González Tagle Marco Aurelio, Chávez Durán Álvaro Agustín, Jaqueline Xelhuantzi Carmona, Alanís Rodríguez Eduardo

MODELOS DE DIÁMETRO-ALTURA DE *Juniperus flaccida* Schlecht. EN UN BOSQUE TEMPLADO EN EL NORESTE DE MÉXICO **801**
Rubio Camacho Ernesto Alonso, González Tagle Marco Aurelio, Chávez Durán Álvaro Agustín, Jaqueline Xelhuantzi Carmona, Alanís Rodríguez Eduardo

IMPLEMENTACIÓN DE UN DIAGRAMA DE MANEJO DE LA DENSIDAD PARA PRESCRIBIR ACLAREOS EN RODALES MEZCLADOS **806**
Gerónimo Quiñonez Barraza, Martín Martínez Salvador, Juan Carlos Tamarit Urias, Xavier García Cuevas

MANEJO DE PLAGAS Y MICROBIOLOGÍA AGRICOLA

PERFIL MICROBIANO DEL GUSANO COGOLLERO S*podoptera frugiperda* (J. E. SMITH) EN DURANGO **813**
J. Natividad Gurrola Reyes, Claudia C. Gurrola Pérez, María Berenice González Maldonado, Jesús Lumar Reyes

PARASITOIDES DE GUSANO COGOLLERO *SPODOPTERA FRUGIPERDA* L. (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) DE IMPORTANCIA ECONÓMICA EN MÉXICO **821**
María Berenice González-Maldonado, J. Natividad Gurrola-Reyes y Jesús Lumar Reyes-Muñoz

TASA DE INFECCIÓN DEL TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans* Mont. De Bary), EN VARIEDADES Y CLONES DE PAPA EN LA SIERRA DE ARTEAGA, COAHUILA. **826**
Víctor M. Parga Torres, Víctor M. Zamora Villa, Juan M. Covarrubias Ramírez.

DIFERENTES MÉTODOS DE COLECTA DE COLEOPTEROS PRESENTES EN ALGODÓN **832**
Jesús Lumar Reyes-Muñoz, María Berenice González-Maldonado, J. Natividad Gurrola-Reyes, Saúl Hernández Amparán, Cándido Márquez-Hernández.

DISTRIBUCIÓN DE PHYLLOXERA EN LA ZONA PRODUCTORA DE VID DE AGUASCALIENTES **837**
Karla Vanessa de Lira Ramos, Ernesto González Gaona, Fabián Cruz Macías, Alberto Margarito García Munguía, Candelario Serrano Gómez

NEMATODOS FITOPARÁSITOS ASOCIADOS AL CULTIVO DE LA VID (*Vitis vinífera* L.) EN EL ESTADO DE AGUASCALIENTES, MÉXICO **843**
Karla Vanessa de Lira Ramos, Ernesto González Gaona, Dora Elizabeth Manzano Flores, Alberto Margarito García Munguía, Héctor Antonio Barajas Gómez

VIRULENCIA DE AISLAMIENTOS DE *Fusarium* spp. ASOCIADOS A LA PUDRICIÓN DE MAZORCA DE MAÍZ EN EL ALTIPLANO DE MÉXICO **849**
Dolores Briones-Reyes, Víctor Heber Aguilar-Rincón, Fernando Castillo-González, Carlos De León-García de Alba y Antonio Ramírez-Hernández.

DISTRIBUCIÓN DEL GÉNERO *Ataenius* (COLEOPTERA: SCARABAEOIDEA: APHODIINAE: EUPARIINI) ASOCIADAS A CULTIVOS DE MAÍZ DE TEMPORAL EN EL ESTADO DE DURANGO **856**
Saúl Hernández-Amparan, J. Natividad Gurrola-Reyes, Rebeca Álvarez-Zagoya, Isaias Chairez Hernández, Rene Humberto Blancarte Siqueiros

DETECCIÓN MOLECULAR E INCIDENCIA DE BACTERIAS FITOPATÓGENAS EN CULTIVO DE TOMATE, EN LA COMARCA LAGUNERA DE COAHUILA **863**
Eliel Rocha Galván , Omar Guadalupe Alvarado-Gómez, Verónica Ávila-Rodríguez, Urbano Nava-Camberos, Florencio Jiménez-Díaz

PARASITISMO NATURAL DE LOS BARRENADORES DE LA NUEZ, *Acrobasis nuxvorella*, Y DEL RUEZNO, *Cydia caryana* (LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE Y PYRALIDAE), EN LA COMARCA LAGUNERA. **869**
María Guadalupe Torres-Delgado, Verónica Ávila-Rodríguez, Urbano Nava-Camberos, Josué Manuel De La Cruz-Ramos, Luis M. Valenzuela Núñez

DENSIDADES DE PARATRIOZA, *Bactericera cockerelli* (SULC), E INCIDENCIA DEL "PERMANENTE DEL TOMATE" EN DIFERENTES CONDICIONES DE PRODUCCIÓN DEL TOMATE **875**
Ronald Jirón-Rojas, Florencio Jimenez-Diaz , Urbano Nava-Camberos, Omar G. Alvarado-Gómez, Verónica Ávila-Rodríguez

BIOLOGIA, DAÑOS Y NIVELES DE INFESTACIÓN DEL SALIVAZO, *Clastoptera achatina* GERMAR (HEMIPTERA: CLASTOPTERIDAE), EN HUERTAS DE NOGAL DE LA COMARCA LAGUNERA **883**
Selenne Saraí Favela-Carrillo, Yescica Manuela Soto-Briceño, Urbano Nava-Camberos, Verónica Ávila-Rodríguez, José Luis García-Hernandez

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL MAL DEL ORO (*Alternaria sp)* EN NOPAL VERDURA (*Opuntia ficus-indica* Berg) EN MILPA ALTA D.F. **890**
Ana Victoria Barrios Reyna, Paola López Cedillo, Guillermo Erik Membrila Lorenzo, Edgar Obed Mejía Yáñez, Gabriela Silvestre Gómez, Susana Elizabeth Ramírez Sánchez

NIVELES DE INFESTACIÓN DEL PULGÓN AMARILLO DEL SORGO, *Melanaphis sacchari* (ZEHNTNER) (HEMIPTERA: APHIDIDAE), EN ZACATE JOHNSON Y SORGO FORRAJERO, EN LA COMARCA LAGUNERA **899**
Christian Silva-Martínez, Urbano Nava-Camberos, José Luis García-Hernández, Verónica Ávila-Rodríguez

INHIBICIÓN DEL CRECIMIENTO *IN VITRO* DE *ERWINIA AMYLOVORA* CON BACTERICIDAS QUÍMICOS Y ORGÁNICOS **905**
Homero Sarmiento-López, Cesar Usiel Ávila-Hernández, Enrique Merlín Bermudes

CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL BÍSQUET A BASE DE HARINA DE FRIJOL **910**
Isidro, R.L.M., Rodríguez, C.G.C., Cruz, B.R.D.

DIVERSIDAD DE ARTRÓPODOS EN BOSQUE DE PINO-ENCINO EN EL ESTADO DE DURANGO **914**
Gerardo Pérez-Santiago, Rebeca Álvarez Z., Alejandro Leal S. y Gerardo A. Hinojosa O.

COMPARATIVO DE TRATAMIENTOS COMERCIALES PARA EL CONTROL DE *Varroa destructor* **919**
Gerardo Pérez-Santiago, Martha Celina González Güereca y Alejandro Corral Sánchez

PRINCIPALES ENFERMEDADES DE LA SANDÍA [*Citrullus lanatus* (Thunb) Mansef] EN LA COMARCA LAGUNERA **925**
Yasmin Ileana Chew-Madinaveitia, Arturo Gaytán-Mascorro, Pedro Cano-Ríos, Blanca Pérez-Pérez

ESPECIES DE CHRYSOPIDAE (INSECTA: NEUROPTERA), EN LOS PRINCIPALES CULTIVOS DE LA COMARCA LAGUNERA **929**
Josué Manuel de la Cruz- Ramos, Verónica Ávila- Rodríguez, Urbano Nava-Camberos María Guadalupe Torres-Delgado, Cándido Márquez Hernández

IDENTIFICACIÓN MOLECULAR DE LA MOSQUITA BLANCA, *Bemisia tabaci,* MEDIANTE EL GEN 18s EN CULTIVOS DE IMPORTANCIA AGRÍCOLA, EN LA COMARCA LAGUNERA **935**
Perla Belén Torres-Trujillo, Verónica Ávila-Rodríguez, Urbano Nava-Camberos Omar Guadalupe Alvarado-Gómez, José Luis García Hernández

DENSIDADES DE INSECTOS VECTORES E INCIDENCIA DE ENFERMEDADES EN DIFERENTES CONDICIONES DE PRODUCCIÓN DEL TOMATE **942**
Carlos Zarzosa-Vega, José Luis García-Hernández, Urbano Nava-Camberos, Florencio Jiménez-Díaz, Omar G. Alvarado-Gómez, Verónica Ávila-Rodríguez

ESTRATEGIA PARA DETECTAR INFESTACIÓN DE *Anthonomus grandis* Boheman EN ALGODONERO *Gossypium hirsutum* L. EN UN ÁREA CON BAJA POBLACIÓN **949**
Ramón Rodríguez Martínez, Jesús A. Escárcega Tarín

RESPUESTA DE LA AVENA EN RENDIMIENTO, EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA Y CALIDAD NUTRICIONAL BAJO DIFERENTES LÁMINAS DE AGUA EN UN RIEGO POR GRAVEDAD **954**
Anaya Salgado Antonio, Ríos Vega María Esther, Núñez Hernández Gregorio, Faz Contreras Rodolfo, Herrera González Carmen. I., Serrato Medina Hugo A.

CALIDAD NUTRICIONAL DE HENOS DE ALFALFA EN 960 EXPLOTACIONES LECHERAS DE LA REGIÓN LAGUNERA.

Gregorio Núñez Hernández[1] y Jorge Alberto Granados Niño

SECCIÓN

DE

CONFERENCIAS

WATER RESOURCE MANAGEMENT FOR SEMI-ARID AREAS: STATUS, PROBLEM AND OPPORTUNITIES

Manoj K. Shukla

Nakayama Research Excellence Professor and Chair.
New Mexico State University, Las Cruces, NM, USA
E-mail: shuklamk@nmsu.edu

INTRODUCTION

According to a Slovakian proverb, “Pure water is the world’s first and foremost medicine”. Unfortunately this blessing is slowly becoming in short supply in arid areas of the world. Population growth and climate change are two major drivers of water on the planet earth. Global population is predicted to increase. According to the UN projections in 2010, two out of three models show growth and predict that the world population could be between 10 and 16 billion by the end of 21st century. Total groundwater resources of the world are currently estimated at 10.5 million Km3. However, climate change can alter the current global water availability. Climate change predictions can have large uncertainties, but if they are accurate, substantial changes in the annual precipitation amounts and frequency are expected that could result in drastic changes in available water resources, soil moisture, temperature, and length of the growing seasons (Shukla, 2011). According to the IPCC (Bates *et al*., 2008), arid regions of the world could experience as much as 20% decline in annual precipitation. Although precipitation changes will be different in different parts of the world, they will be confounded by fundamental complex agriculture systems and crop response to the changed frequency of precipitation, soil moisture, temperature and carbon dioxide regimes (Shukla, 2011).

The water shortage in the arid regions of the world has led to increased utilization of groundwater for irrigation. Groundwater in arid areas often has more dissolved salts and variable water chemistry, and continuous use can increase the salt concentrations in the soil. Water and salinity stresses, commonly existing in arid and semi-arid areas, are two of the important abiotic factors that could cause significant plant stress and yield reductions; and need immediate attention (Babcock *et al*., 2009). Intensive irrigation activities have also placed an enormous stress on available freshwater resources in arid and semi-arid U.S.

Frequent droughts have further exacerbated stress on freshwater supplies; subsequently, there is growing pressure on the global agricultural industry to reduce its water footprint. There is a critical need for finding ways to efficiently use available water. Water scarcity, coupled with long-term drought, has necessitated the expansion of the water portfolio through the use of nontraditional waters to sustain irrigated agriculture around the globe. The

most recent example of this water crisis is California where severe drought has resulted in farmers fallowing thousands of acres of farmland. In NM, water salinity related damages to crops are increasingly reported. Overcoming these threats to a nation's food security demands a paradigm shift in terms of how we use water in agriculture. Perhaps the most pressing is the expansion of the types of source waters for irrigation (Schwabe *et al*., 2013). Technological and knowledge gaps can make water reuse uneconomical and impractical for many in the agricultural industry. These gaps must be filled "now" to sustain agricultural industry in the arid regions of the world. This paper presents the water related issues and opportunities for sustaining agriculture in arid and semi-arid regions through new technology development and removing misconception for utilizing nontraditional waters for agriculture.

Water resources of the world

The estimates of freshwater resources by volume in different continents show that the glaciers and ice caps located in Greenland and Antarctica contain 70% of world's freshwater (Table 1; UNEP, 2008). The United States Geological Survey estimates show that 96% of ice is at the north and south poles (WGMS 2002). Over 90% of the most easily available water resource is groundwater (Boswinkel, 2000). Lakes are mostly located in higher altitudes and about 50% of them are in Canada alone. The total volume of water in the rivers of the world is reported to be 2115 Km3 (Groombridge and Jenkins, 1998).

Table 1. Global freshwater resources by volume (UNEP, 2008)

Continents/regions	Glaciers and Ice Caps volumes (km^3)	Groundwater volumes (km^3)	Reservoirs and rivers volumes (km^3)
North America	90000	4300000	27003
Greenland	2600000		
South America	900	3000000	NA
Europe	18216	1600000	2529
Asia	60984	7800000	30622
Africa	0.2	5500000	31776
Antarctica	30109800		
Australia	180	1200000	22

Challenges to agriculture in arid/semi-arid areas

Change in fresh water availability

NASA's GRACE satellites show that many of the world's largest aquifers are losing water because the rate of withdrawal far exceeds rate of replenishment (Fig. 1). The annual groundwater extraction is reported to be about 600-700 Km3, which is about 20% of the global water withdrawal (WMO, 1997). Predicted changes in water availability (median from 12 climate

models) at the end of the 21st century (1980-1999 versus 2090-2099) are shown in Fig. 2. This shows a likelihood of increased water stress in the Mediterranean basin, Central America and sub-tropical regions of Africa and Australia (Bates *et al*., 2008). This can cause substantial changes in land use around the world (Shukla, 2011). For a more elaborate discussion of the climate effect on land use, the readers are referred to the IPCC report on climate change and water (Bates *et al*., 2008). Changes in water availability and water stress will force Hydrologists and water managers to develop new and improved methods and technologies to manage soil and water resources more efficiently.

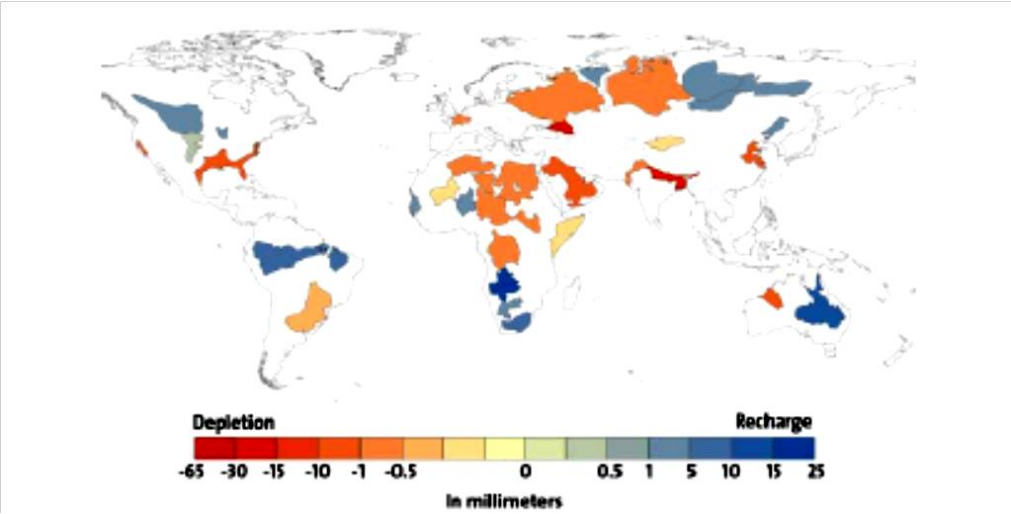


Fig 1. Global change in water levels of aquifers (mm/y) (Adapted from Richley *et al*., 2015)

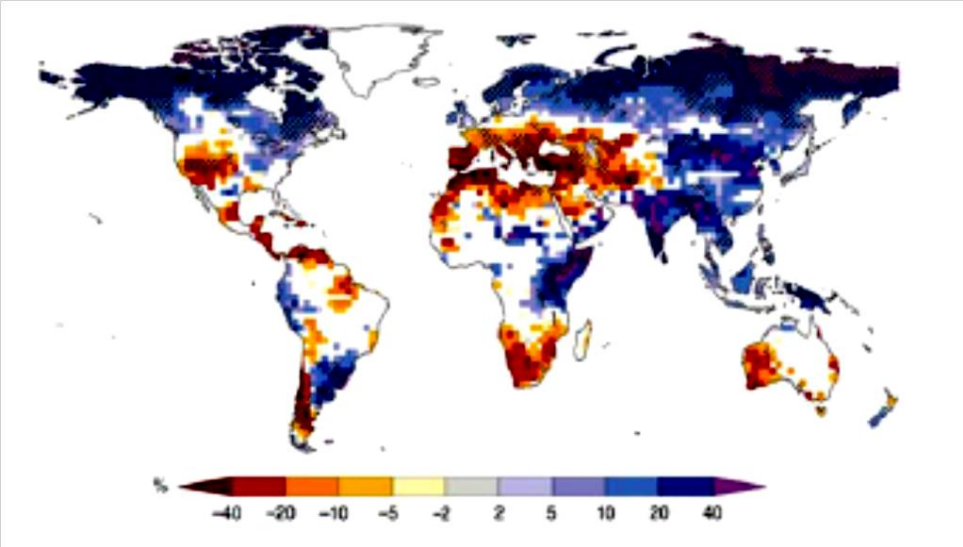


Fig 2. Predicted change in water availability at the end of 21st century with white and hatched area indicating disagreement/agreement among different model (Adapted from Bates *et al*.,2008)

In arid areas of the world, irrigation is one of the major uses of fresh water. Agriculture accounts for nearly 80% of all freshwater withdraws in the U.S. The United States Geological Survey estimated that the U.S. drew 115,000 Mgal/d for irrigation alone with more withdrawals occurring in the arid Western U.S. (Maupin *et al*., 2014). Domestic use is the next greatest draw of freshwater but only accounts for 12% of the total. Intensive irrigation activities have placed an enormous stress on available freshwater resources in the arid and semi-arid Southwestern U.S. Fig. 1 clearly shows the depletion of groundwater levels in the arid south and southwestern U.S., which lacks sufficient quantities of freshwater; but has large supplies of poor-quality water resources. The problem is not the availability of poor-quality water; the problem is its reuse.

Nontraditional water resources

The deeper (and older) sediments underlying the fresh surficial waters are known to contain abundant amounts of brackish water (total dissolved solids > 1000 mg/L but less than 10,000 mg/L). Fig. 3 presents the data on depth to groundwater with total dissolved solids concentration greater than 1000 mg/L in the United States (modified from Feth and others, 1965; http://water.usgs.gov/ogw/gwrp/brackishgw/files/brackish_infosheet_v8.pdf). For example, it is estimated that there are 880 trillion gallons of brackish GW in Texas alone. The highly saline groundwater in the aquifers of New Mexico is estimated at 15 billion acre-ft.

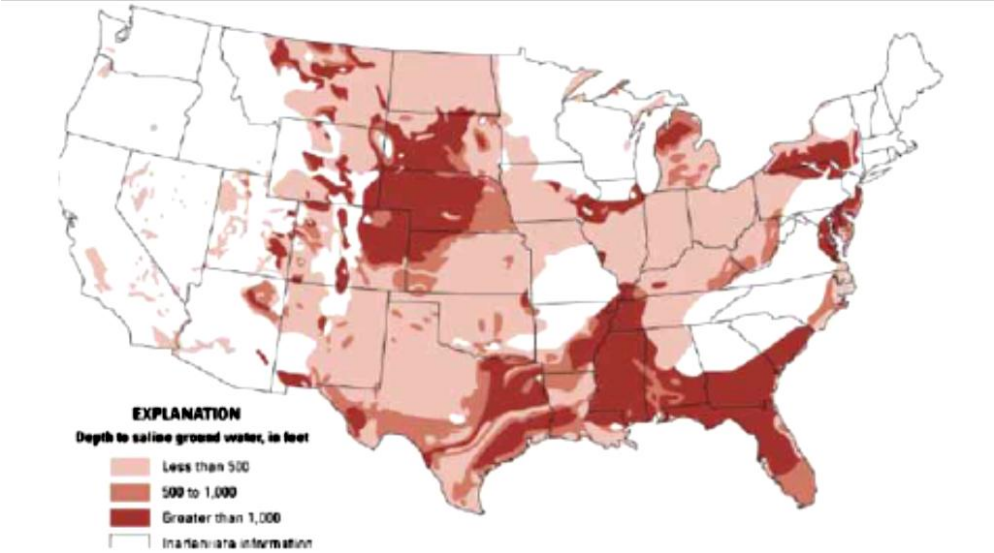


Fig 3. The depth to groundwater of the saline groundwater in the U.S. (Adapted from the USGS report; modified from Feth and others, 1965)

Another source of nontraditional water is the municipal WW that is readily available as it is produced at the proximity of the demands. It is reliable and can be treated to meet required standards. There are several reasons for no- or under-use of treated WW in semi-arid regions of the world including the U.S. If municipalities were to recycle the water and repurpose it for irrigation use, over 15 million acres of crops could be irrigated which in turn would save fresh water with increasing economic returns to the communities. The feasibility of using an existing network of river and canals to transfer water from the treatment plant to the agriculture fields must to be explored from a regulatory and logistical standpoint.

In California about 10,000 million m3 of recycled WW are used for urban applications, but only 617.5 million m3 (or ~6%) are used in irrigated agriculture and other water-using sectors. In contrast, 97.1% of treated WWs are used for irrigation in Valencia, Spain (Hernández- Sancho *et al*., 2015) and 89.3% of treated WWs are used in Israel (Axelrad *et al*., 2013). Of the 32 billion gallons of municipal WW discharged nationwide in the U.S. each day, approximately 12 billion gallons are discharged to an ocean or estuary—an amount equivalent to 6% of total water use in the U.S. Reusing this water would directly augment the nation's total water supply (National Academy of Science, 2012) and increase economic returns to rural/urban communities. A conservative estimate indicates that nearly 35-40 billion gallons of PW is generated daily in U.S. States which also faces the growing challenge of management of PW resulting from oil and gas operations. New technology is needed for cost-effective treatment of nontraditional waters.

Challenges to using nontraditional waters for agriculture

Effect on soil and plant community

Reuse of nontraditional water resources is a necessity to maintain a sustainable irrigated agriculture in the arid and semi-arid regions of the world. Treated WW applied to croplands decreases stress on fresh water supplies (Davidson *et al*., 2006; Fedler, 2000); however, use of WW represents a novel land management practice with little technical guidance. Soil-salt accumulation is widely recognized as an environmental concern for WW application sites in semi-arid areas (Babcock *et al*., 2009). Contiguous patches of high salt contents are reported (Adhikari *et al*., 2012). Another concern is the changes in plant community diversity (Bui, 2013). Therefore, understanding the interaction between the soil and crop to the use of WW, and identifying proper soil and water management practices is critical to the long–term success of utilizing these water resources for agricultural. There is an intricate and dynamic balance between the various components of the system that must be better understood to make the process more widely accepted.

Effect of constituents of nontraditional water

Residues of over-the-counter and prescription drugs, as well as estrogenic and androgenic hormones have been found in recycled WW. Collectively, these chemicals are referred to as chemicals of emerging concern (CECs). Unfortunately, CECs are among the pollutants not removed from the conventional WW treatment processes. These are largely unregulated in the world including the U.S. and have no or limited monitoring data available for environmental media. A scientific advisory panel convened by the California State Water Resources Control Board (2010) recommended monitoring for CECs in aquatic systems that receive discharge of treated municipal WW and storm water runoff. The panel developed a conceptual, risk-based framework that considered environmental sources and fate of CECs observed in receiving waters and recommended a list of CECs for initial monitoring. There should be a universal monitoring system for assessment quality of nontraditional waters.

New Technology for using nontraditional water

New technologies and approaches are needed that combine high-separation efficiencies, with low-energy consumption, and relatively simple process schemes that can be integrated into agricultural processes. Technology available for treating WW include: filtration (Komlenic *et al.*, 2013), magnetic nanoadsorbents, microfiltration/ultrafiltration (Brant *et al*., 2010), pervaporation (Muthu and Brant, 2015), reverse osmosis membrane processes (Xu *et al*., 2008a), capacitive deionization (Xu *et al*., 2014), and electrodialysis (Xu *et al*., 2013). For municipal WW technology development, efforts have been focused on the removal of trace organic contaminants (Wang *et al*., 2015) and nutrients recovery (Li *et al*., 2015). Water purification and sustainable use of the end-products must go hand in hand.

Greenhouse and field based research

More greenhouse and field based research is required to quantify the potential impacts of using treated WW for irrigation on soil and plant communities (Babcock *et al*., 2009, Duan and Fedler, 2010, Adhikari *et al*., 2012). Forage crops has been shown to survive under brackish and RO concentrate (a by-product of the desalination process) irrigation (Flores *et al*., 2015).

Appropriate cropping patterns are needed that include food and forage crops across the irrigation water quality gradient to ensure food security. The crop model should include food crops irrigated with good quality waters and fodder crops including halophytes irrigated with brackish water and RO concentrate. This will ensure safe and economical reuse of brackish

water and RO concentrate, and provide useful background information to developing an industry model for growing food and forage crops across a salinity gradient (Flores *et al*., 2015).

Removing barriers for using nontraditional water

Barriers to the use of nontraditional waters for irrigation primarily originate from the cost and complexity of existing water-treatment technologies. Economic analysis must be integrated to the industry model. Given the many determinants of social acceptance and the need to improve nontraditional agriculture water sources use in many areas, a comprehensive approach of educational, advocacy, and stakeholder analysis is essential. The more end-users understand about alternative water resources, the greater the chance for successful utilization for economic and social benefits, and the lower the chance for environmental contamination.

CONCLUSIONS

The climate change and drought in several parts of the arid and semi-arid regions has put enormous pressure on the sustainability of agriculture. With decline in available freshwater resources, there is a critical need of exploring the safe use of nontraditional waters for irrigation. A comprehensive approach that integrates technology development, results from lab and greenhouse studies, and social and economic analysis is needed for sustaining agriculture in the arid and semi-arid regions of the world.

ACKNOWLEDGEMENT

Author thanks Nakayama Chair endowment and NMSU Agricultural Experiment Station.

REFERENCES

Adhikari, P., Shukla, M.K., and Mexal, J.G. 2012. Spatial variability of soil properties in an arid ecosystem irrigated with treated municipal and industrial wastewater. *Soil Science*, 177, 458-469.

Axelrad, G., T. Gershfeld and E. Feinerman. 2013. Reclamation of sewage sludge for use in Israeli agriculture: economic, environmental and organizational aspects. .*Journal of Environmental Planning and Management* 56 (10), 1419 – 1448.

Babcock, M, M.K. Shukla, G. Picchioni, J. Mexal, and D. Daniel. 2009. Chemical and physical properties of Chihuahuan desert soils irrigated with industrial effluent. Arid Land Research and Management. 23:47-66.

Bates, B.C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu and J.P. Palutikof, Eds. 2008. Climate Change and Water. Technical Paper of Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva, p210.

Boswinkel J. A. 2000. Information Note. International Groundwater Resources Assessment Centre (IGRAC), Netherlands Institute of Applied Geoscience, Netherlands. Davison, L., D. Pont, K.

Bolton, T. Headley. 2006. Dealing with nitrogen in subtropical Australia: Seven case studies in the diffusion of ecotechnological innovation. Ecol. Eng. 28,213-233.

Duan, R., and C.B. Fedler. 2010. Performance of a combined natural wastewater treatment system in West Texas, USA. J. Irrig. Drain. E. - ASCE 136, 204-209.

Fedler, C.B. 2000. Impact of Long-Term Application of Wastewater. Presented at the 2000

ASAE Annual International Meeting, Milwaukee, Wisconsin, July 9-12, 2000. Paper No. 002055. ASAE, 2950 Niles Road, St. Joseph, MI 49085-9659. USA.

Feth, J. H.et. al. 1965. Preliminary map of the conterminous United States showing depth to and quality of shallowest ground water containing more than 1,000 parts per million dissolved solids: USGS Hydrologic Investigations Atlas, HA-199, 31 p., 2 plates, scale 1:3,000,000.

Flores A., B. Schutte, M.K. Shukla, G. Pichionni and A. Ulery. 2015. Time-Integrated Measurements of Seed Germination for Salt-Tolerant Plant Species. Seed Science and Technology. (In Press)

Groombridge B. and M.Jenkins. 1998. Freshwater Biodiversity: A Preliminary Global Assessment. World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WCMC) - World Conservation Press, Cambridge, UK.

Hernandez-Sancho, F., M. Molinos-Senante and R. Sala-Garrido, 2015. Pricing for Reclaimed Water in Valencia, Spain:Externalities and Cost Recovery. In: Dinar, A., J. Albiac, and V. Pochat (Eds.), Water Pricing Experiences and Innovations. Berlin: Springer, pp. 433-444.

Komlenic, R., et al. 2013. Removal of polysaccharide foulants from reverse osmosis feedwater using electroadsorptive cartridge filters. Desalination and Water Treatment, 2013. 51(4-6): p. 1050-1056.

Li, C.; Y. Dong, Y. Lei, D. Wu, and P. Xu. 2015. Removal of low concentration nutrients in hydroponic wetlands integrated with zeolite and calcium silicate hydrate functional substrates. Ecological Engineering. 82:442-450.

Maupin, M.A., J.F. Kenny, S.S. Hutson, J.K. Lovelace, N.L. Barber, and K.S. Linsey. 2014, Estimated use of water in the United States in 2010: U.S. Geological Survey Circular 1405, 56 p., http://pubs.usgs.gov/circ/1405/.).

Muthu, S. and J.A. Brant, 2015. Interrelationships Between Flux, Membrane Properties, and Soil Water Transport in a Subsurface Pervaporation Irrigation System. Environmental Engineering Science. 32(6): p. 539-550.

Richey, A. S., B. F. Thomas, M.-H. Lo, J. T. Reager, J. S. Famiglietti, K. Voss, S. Swenson, and M. Rodell. 2015. Quantifying renewable groundwater stress with GRACE, Water Resour. Res., 51, doi:10.1002/2015WR017349.

Schwabe, K., J. Albiac, J.D. Connor, R. Hassan, and L. Meza-Gonzalez. 2013. Introduction. In Drought in Arid and Semi-Arid Regions, Eds. K. Schwabe, J. Albiac, J. D. Connor, R. Hassan, and L. Meza-Gonzalez, 1-21, Springer, New York.

Shukla M.K. 2011. Introduction to soil hydrology. Ed. M.K. Shukla, Soil Hydrology, Land Use and Agriculture: Measurement and modeling. CAB International, Wallingford, UK. 1-23.

UNEP. 2008. Vital water graphics. An overview of the state of the world's fresh and marine waters. http://www.unep.org. http://www.unep.org/dewa/vitalwater/article14.html. Accessed 8/10/2015. Wang, H.; D. Heil, Z.J. Ren, and P.Xu. 2015. Removal and fate of trace organic compounds in microbial fuel cells. Chemosphere. 125:94-101.

Xu, P.; M. Capito, and T. Cath. 2013. Selective Removal of Arsenic and Monovalent Ions from Brackish Water Reverse Osmosis Concentrate. Journal Hazardous Materials. 260:885-891.

Xu, P.; J.E. Drewes, and D. Heil. 2008. Beneficial use of co-produced water through membrane treatment: technical-economic assessment. Desalination. 225:139-155.

Xu, P.; B. Elson, and J.E. Drewes. 2014. Electrosorption of Heavy Metals with Capacitive Deionization: Water Reuse, Desalination and Resources Recovery. Desalination: Water from Water, 521-548.

LOS SUELOS Y LA SEGURIDAD ALIMENTICIA APOYADOS EN EL MANEJO DE RESIDUOS ORGANICOS

Juan Pedro Flores Margez[1]

[1] Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, docente e investigador, Ciudad Juárez, Chihuahua. México. Plutarco E. Calles, núm. 1210, Col. Fovissste Chamizal, Ciudad Juárez, Chihuahua, México, C.P. 32310. Tel. (656)-688-1861. Juflores@uacj.mx.

INTRODUCCIÓN

La salud humana depende de la salud del suelo, por ello es necesario protegerlo y un ejemplo lo constituye la deficiencia de micronutrientes debido a la falta de vitaminas y minerales como Zn, Cu, Se, I y B que afectan a dos mil millones de personas con múltiples efectos en su salud, además 805 millones aún permanecen en hambre (Duxbury *et al*., 2015; Lal, 2008). La seguridad alimenticia implica que todas las personas tengan alimento suficiente, seguro y nutritivo, de tal forma que puedan mantener su vida activa y saludable. Dada la predicción del incremento de la población mundial de siete a nueve mil millones de personas para el año 2050 (Roberts y Ryan, 2015), la pregunta obligada es: si la capacidad de producción de alimentos responderá a este aumento poblacional?, ya que en el escenario global la agricultura tiene que competir con otros usos del suelo, pues se tiene la problemática de la reducción per cápita de disponibilidad de capa arable promovido por la urbanización, deforestación, uso de suelo y prácticas de manejo no sustentables, contaminación, sobrepastoreo y cambio climático que en conjunto impactan en la degradación del suelo (Ragnarsdottir y Banwart, 2015). Algunas estrategias planteadas para apoyar la demanda de alimentos consisten en reducir los desperdicios de estos, cambiar las dietas, expandir la acuacultura, aumentar la productividad agrícola y reducir la brecha de rendimiento entre productores eficientes y los de subsistencia (Lal y Stewart, 2010).

La relación entre el suelo y la seguridad alimenticia es ineludible, a través de la historia suelos fértiles y productivos han hecho sociedades florecientes y saludables, de tal manera que actualmente toda la energía, proteínas, vitaminas y minerales que consumimos dependen directamente de la condición del suelo (Mikkelsen, 2015). Una reflexión realizada por Salgado y Núñez (2010) donde exponen que el recurso suelo es finito, es frágil y está sujeto a procesos degradativos, lo cual conlleva a la necesidad de conservarlos y aumentar su productividad para satisfacer las necesidades alimenticias de la población. Por ejemplo, en México se tienen 30 millones de hectáreas de tierras con potencial para la agricultura y una población de 106 millones de habitantes, lo cual se traduce en que cada habitante tendría 0.28 hectáreas para producir sus alimentos, pero esta superficie disminuirá conforme la población aumente.

Dado que el suelo es la clave, ya que sin la presencia de este y del agua no habría vida en la tierra, y dada su relevancia en 2015 declarado por la ONU y FAO como el año internacional del suelo (IUSS, 2015) con el lema: "*suelos saludables son para una vida saludable*", es una oportunidad de exponer porque el manejo de materia orgánica, nutrientes y agua tienen estrecha relación con la degradación y/o conservación del suelo, por ende, con la seguridad alimenticia.

Los residuos, deshechos y/o abonos orgánicos

Los abonos orgánicos también considerados fertilizantes orgánicos son estiércoles, compostas, esquilmos, abonos verdes, deshechos de plantas agroindustriales, aguas negras y derivados y efluentes de biodigestores, así como otros llamados biofertilizantes basados en inoculantes de microorganismos El reciclaje de nutrientes de estos residuos orgánicos tiene importancia ecológica y económica, dada la creciente escasez y el alto costo de los energéticos restringirá la producción de abonos químicos, lo cual conlleva a un aprovechamiento máximo de los orgánicos (Salgado y Núñez (2010). La Materia orgánica es importante para la fertilidad del suelo y el suministro de nutrientes para las plantas, pero esto es dinámico y está sujeto a cambios en tiempo y espacio debido a los procesos biológicos, así el contenido de materia orgánica disminuye más rápido en la parte superficial del suelo y puede acelerarse cuando el manejo del suelo no es adecuado, lo cual incluye el aumento de mineralización de carbono orgánico y aumenta las pérdidas de carbón del suelo; esta situación contribuye a la desertificación y degradación del suelo, manifiesta por la pérdida de biodiversidad, estructura, mayor tasa de erosión, la infiltración y capacidad de almacenamiento del agua (Rousseva, *et al*., 2015).

Los fertilizantes orgánicos y minerales son complementarios para una buena producción de alimentos, sin embargo el alto costo de los fertilizantes inorgánicos, ha motivado la atención de fuentes orgánicas, principalmente en países en desarrollo, donde ya son un factor estratégico en agricultura, pero su disposición excesiva en suelos ha llevado a constituirse en amenaza de contaminación ambiental (Roberts y Ryan, 2015). Los beneficios de agregar materia orgánica al suelo, vistos como servicios al ecosistema, son mejorar la formación de agregados, infiltración, capacidad de almacenamiento de agua, ciclo de nutrientes, biota y secuestro de carbono que finalmente mejoran la calidad del suelo traducido en mayor productividad, rentabilidad y sustentabilidad (Lal, 2008). Este autor, también indica que los beneficios agronómicos de variedades de plantas mejoradas y dosis adecuadas de fertilizantes, no pueden tener éxito a menos que la estructura del suelo y las propiedades hidrológicas sean

mejoradas mediante la retención y aplicación de residuos como estiércoles y biosólidos. Al considerar que en México se cuenta con 31 millones de cabezas de ganado vacuno con una producción de 8.28 t ha^{-1} de estiércol se esperarían 256.6 millones de toneladas que producen 1.283 millones de toneladas de nitrógeno y demás nutrientes (Salgado y Núñez, 2010).

Demanda nutrimental de los cultivos y liberación de nutrientes por los residuos orgánicos

La demanda nutrimental de un cultivo está en función de la producción de biomasa y la concentración del nutrimento en la planta. El caso de la fertilización química, la dosis se calcula con la expresión: (demanda del nutriente por el cultivo – suministro del nutriente por el suelo) / eficiencia de recuperación del fertilizante (Volke *et al*., 1998). Estos autores también indican que la extracción del nutrimento por el cultivo estará determinada fundamentalmente por la producción de biomasa, por lo que debe estimarse el rendimiento máximo posible del producto de interés, ya sea para las distintas unidades edafoclimáticas o agrosistemas, o a nivel de parcela, caso en el que se estarán considerando las variaciones de suelo, clima y manejo propias del agrosistema. Existen cantidades estimadas de demanda de los nutrientes principales (N, P, K) por tonelada de producción para los cultivos (Havlin *et al*., 2000). Por ejemplo, para maíz se requieren 23 kg N, 10 kg P_2O_5 y 24 kg K_2O por tonelada de grano (Castellanos, 2000). La sincronización entre la liberación de nutrientes por parte de los abonos orgánicos y la demanda de los cultivos es uno de los aspectos más importantes a considerar para su mejor efectividad en la producción de alimentos. Si la relación C/N del abono orgánico es mayor de 30, no hay liberación inmediata de N aprovechable, lo que ocurre es una inmovilización microbiológica temporal y esto reduce el aprovechamiento de N por las plantas, pero si la relación C/N es menor de 20 algo de N se mineraliza y queda disponible para las plantas. Esto ocurre similarmente para fosforo y azufre en otras relaciones con el carbono (Brady y Weil, 1996; Havlin *et al*., 1999; Salgado y Núñez, 2010). La tasa de mineralización y serie de descomposición de un abono orgánico en el suelo a través de los años son de utilidad para eficientar su utilización y mejorar la productividad agrícola (Stanford y Smith, 1972; Pratt *et al*., 1973; Flores *et al*., 2007a; Flores *et al*., 2010). Las tasas de mineralización varían desde 10 hasta 50% dependiendo del contenido de nitrógeno, condiciones del abono orgánico, factores ambientales, entre otros. Por ello, es clave observar la mineralización de N en suelo tratado con estiércol (Fig.1) y la acumulación nutrimental de un cultivo (Fig. 2) para optimizar la nutrición.

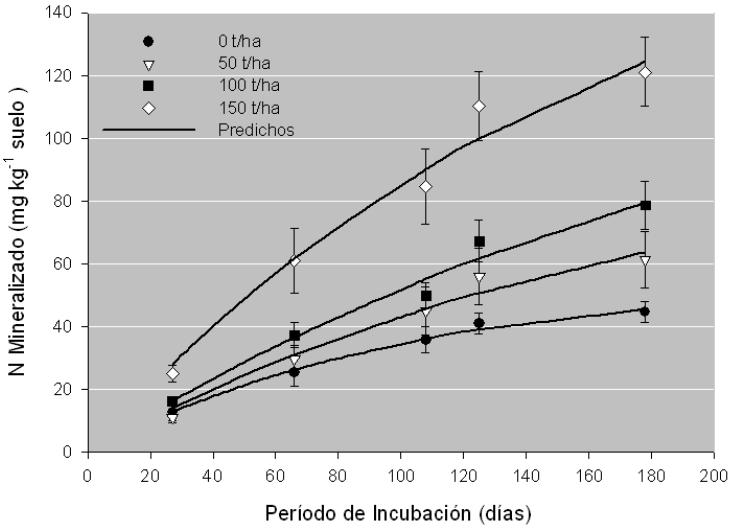


Figura 1. Nitrógeno mineralizado acumulado (NH_4 + NO_3) en suelo tratado con dosis crecientes de estiércol bovino durante el ciclo agrícola Primavera-Verano 2007 (Flores *et al*., 2007b).

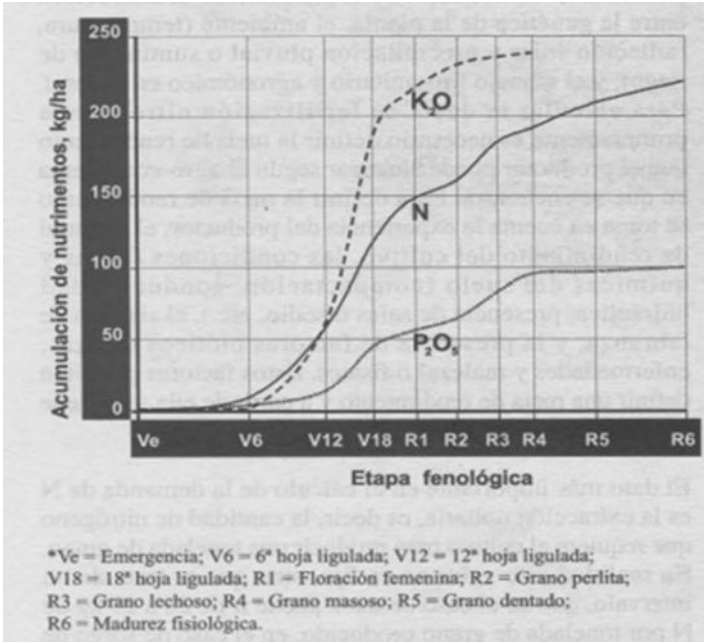


Figura 2. Curvas de acumulación de N, P_2O_5 y K_2O por fase fenológica en el cultivo de maíz para un rendimiento de10 t ha^{-1} (Castellanos *et al*., 2005; adaptado de Herman, 2004).

CONCLUSIONES

La aplicación apropiada del conocimiento que ya se ha generado sobre el manejo de residuos orgánicos en México y en otros Países, así como su combinación con otras fuentes fertilizantes, permitirá que las ventajas de estos materiales orgánicos como son el aumento de la retención de humedad del suelo, suministro de carbono orgánico y nutrientes, formación de

complejos orgánicos, aumento de la capacidad de intercambio de cationes del suelo y reducción de la erosión, entre otros beneficios, se vean reflejadas en mejor productividad agrícola y calidad de los alimentos que finalmente contribuirán a la conservación del suelo y a la seguridad alimenticia.

BIBLIOGRAFÍA

Brady, N.C. y R.R. Weil. 1996. The nature and properties of soils. Eleventh edition, Prentice Hall Inc., Upper Saddle River, New Jersey. 740 p.

Castellanos, J.Z., J.X. Uvalle B. y A. Aguilar S. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. 2ª. edición. Instituto de Capacitación para la productividad Agrícola. México D.F., 226 p.

Castellanos, J.Z., J.A. Cueto W., J. Macías C., J. Salinas G., L. Tapia V., y J. Cortes J. 2005. La fertilización en los cultivos de maíz, sorgo y trigo en México. SAGARPA, INIFAP, Campo Experimental Bajio. Folleto tecnico num. 1. 43 p.

Duxbury, J., G. Lyions, and T. Bruulsema. 2015. Human health depends on soil nutrients. International Plant Nutrition Institute (IPNI). Better crops with plant food. 99 (1):7-9.

Flores, M.J.P., B. Corral D. y G. Sapien M. 2007a. Mineralización de nitrógeno de biosólidos estabilizados con cal en suelos agrícolas. Terra Latinoamericana. 25(4):409-417.

Flores, M. J.P., B. Corral D., U. Figueroa V., L. Mauricio R. y V. Sotomayor V. 2007b. Mineralización de nitrógeno orgánico en suelos agrícolas del norte de México. Ciencia en la Frontera, revista de ciencia y tecnología de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ). 5:63-75.

Flores, M.J.P., M. Z. Poncio A., E. Salas G., F. Pérez C., A.Y. Corral A., E. Salazar S. y H.I. Trejo E. 2010. Mineralización de nitrógeno en biosólidos estabilizados con cal. Terra Latinoamericana. 28(4):307-317.

Havlin, J.L., J.D. Beaton, S.L. Tisdale y W.L. Nelson. 1999. Soil fertility and fertilizers: an introduction to nutrient management. 6 th. Ed., Prentice may Inc. Upper saddle River, N.J. 499 p.

Lal, R. 2008. Crop residues and soil carbon. In:Proceedings of the FAO/CTIC. Conservation agriculture carbon Offset consultation 28-30 October. Consultado 19 de Julio de 2015. http://www.fao.org/ag/ca/carbonconsult.html.

Lal, R., and B.A. Stewart, 2010. Food security and soil quality. CRC Press, Taylor and Francis, Boca Raton, FL. Mikkelsen, R. 2015. Introduction to international year of soils special issue. International Plant Nutrition Institute (IPNI). Better crops with plant food. 99 (1):1-31.

Pinos-Rodríguez, J.M., J.C. García-López, L.Y. Peña-Avelino, J.A. Rendón-Huerta, C. González-González y F. Tristán-Patiño. 2012. Impacto y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de américa. Agrociencia 46: 359-370.

Pratt, P. F., F. E. Broadbent, and J. P. Martin. 1973. Using organic wastes as nitrogen fertilizers. Calif. Agric.27: 10-13.

Ragnarsdottir, K.V. and S.A. Banwart, 2015.Soil: the life supporting skin of earth. A book on soil for secondary school students. University of Scheffield (UK), and University of Iceland. Consultado el 29 de Mayo de 2015: http://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/en/c/271187.

Roberts, T.L. and J. Ryan. 2015. Soils and food security. International Plant Nutrition Institute (IPNI). Better crops with plant food. 99 (1):4-6.

Rousseva, S., T. Shishkov, M. Kercheva, and E. Dimitrov, 2015.Soil threats. *In*: Ragnarsdottir and Banwart (eds.) Soil: the life supporting skin of earth.University of Scheffield (UK), and University of Iceland. Consultado el 29 de Mayo de 2015: p.24-33. http://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/en/c/271187.

SAGARPA, 2013. Acuerdo por el que se dan a conocer los lineamientos para la operación orgánica de las actividades agropecuarias. Tema IV del estiércol. Diario Oficial de la Federación, 29 de Octubre de 2013, México, D.F. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5319831&fecha=29/10/2013. Consultado 23 Julio 2015.

Salgado, G. S. y R. Núñez E. 2010. Manejo de fertilizantes químicos y orgánicos. 1ª. Edición, biblioteca básica de agricultura, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. 146 p.

Stanford, G. and, S.J. Smith. 1972. Nitrogen mineralization potentials of soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 36:465-472.

Volke, H. V., J. D. Etchevers B., A. Sanjuan R., T. Silva P. 2008. Modelo de balance nutrimental para la generación de recomendaciones de fertilización para cultivos. Terra Latinoamericana. 16(1):79-91.

LA MIGRACIÓN DE LA MARIPOSA MONARCA (*Danaus plexippus*) EN NORTEAMÉRICA Y SU PASO POR LA COMARCA LAGUNERA, MÉXICO

José Manuel Vázquez Navarro*[1], Bertha Alicia Cisneros Flores[2] , Juan José Martínez Ríos[1] y José Javier Carlos Cabral[3]

[1]Facultad de Agricultura y Zootecnia Universidad Juárez el Estado de Durango, Km 35, Carr. Gómez Palacio-Tlahualilo, Ej. Venecia, Mpio. de Gómez Palacio, Dgo. México. *mavazna@hotmail.com ; [2]Univ. Aut. Agraria "Antonio Narro", Unidad Laguna, Torreón, Coah.; [3]Científico Ciudadano.

INTRODUCCIÓN

Dada su singular belleza, además de su extraordinario hábito migratorio que le hace recorrer desde Canadá hasta México en un viaje de más de 3,000 kilómetros, la mariposa monarca *Danaus plexippus* (Lepidóptera:Nymphalidae) es una especie ícono en el conservacionismo mundial. El descubrimiento de la ruta migratoria de la esta mariposa no estuvo completa hasta después de 40 años de infructuosos esfuerzos por encontrar el sitio donde pasaban el invierno; el descubrimiento del sitio de hibernación en México en 1975 (Urquhart, 1976) constituyó todo un hallazgo científico que dio pie a una historia natural que aun maravilla al mundo. Este insecto se encuentra entre las especies protegidas por la legislación mexicana, dado el singular hecho de que sus poblaciones hibernen en los bosques de pino y oyamel de una particular área entre los estados de México y Michoacán. Desafortunadamente, factores como la destrucción del hábitat en las áreas de transcurso migratorio, la incidencia de parásitos que afectan a esta especie, temperaturas extremas y la destrucción de los sitios de hibernación han provocado una disminución alarmante en sus poblaciones; que ha llegado a desembocar en la población más baja (Figura 1) registrada en el sitio de hibernación en México en 20 años (Brower *et al*., 2012; Landis, 2014; WWF,2014; CONANP/SEMARNAT, 2015).

Entre los parásitos que afectan a las poblaciones de la Mariposa Monarca destaca el protozoario *Ophryocystis elektroscirrha* (Apicomplexa:Gregarinidae), que es transmitido transováricamente y del que se sabe afecta la sobrevivencia y el desempeño de larvas y adultos; las larvas infectadas son de menor tamaño, en ocasiones experimentan dificultad para llegar a pupa y los adultos emergen con menor tamaño y/o con algunas deformidades (Altizer y Oberhauser, 1991).

La generación de información básica sobre especies en riesgo es una labor fundamental en el manejo de recursos naturales. La disminución poblacional de una especie ícono como la Mariposa monarca constituye una preocupación internacional, de tal forma que los esfuerzos por generar conocimiento sobre esta especie y sus interacciones ecológicas han llevado a México, Estados Unidos y Canadá a establecer un plan de acción con ese fin (CEC, 2008).

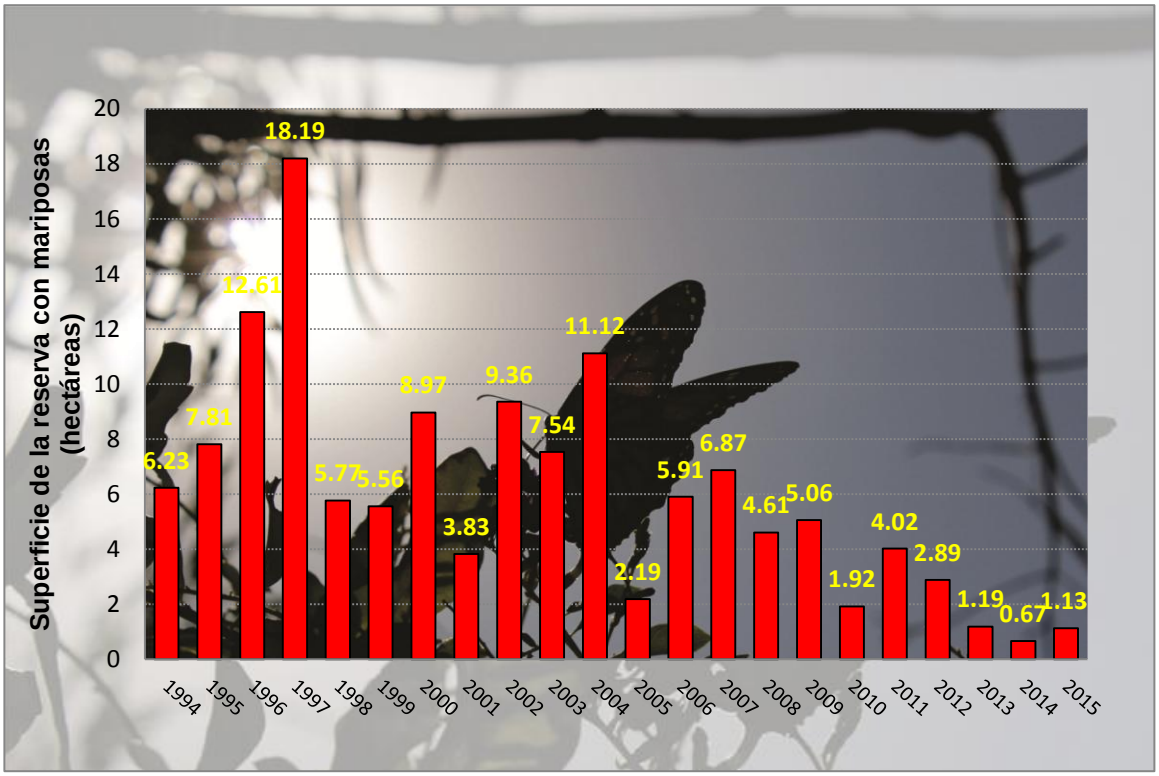


Figura 1.- Superficie forestal en hectáreas ocupada por mariposa monarca en hibernación de 1994 a 2015 (con datos de; WWF, 2014; CONANP/SEMARNAT, 2015).

Es por ello que se requiere establecer acciones de monitoreo que nos permitan determinar la presencia y amenazas a las que se enfrenta esta especie en todo el país; por ello durante 2014 y 2015 establecimos una investigación con el fin de determinar la presencia estacional de la mariposa monarca *Dannaus plexippus* en un jardín de mariposas en la Comarca Lagunera a de un invierno a otro y a la vez, establecer la incidencia del protozoario *Ophryocystis elektroscirrha* sobre adultos de la mariposa monarca en este mismo lugar (Vázquez *et al*., 2015).

LA DETERMINACION DE LA PRESENCIA DE MONARCA

A fin de detectar la presencia de mariposas monarca, se trabajó en un predio particular en el poblado, Sierra Hermosa en el Municipio de Gómez Palacio, Dgo. (Ubicado en 25.68 grados de Latitud Norte y -103.62 grados de Longitud Oeste), donde se había establecido con anterioridad un jardín diseñado para atraer mariposas. En este sitio ya habíamos observado monarcas desde 2013; el lugar cuenta con poblaciones de plantas con flor donde abundan *Lantana* sp*., Ruellia* sp*., Duranta erecta, Tecoma stans, Bougainvillea* sp*., Antigonon leptopus, Asclepias curassavica* y *Asclepias brachystephana* en un arreglo caprichoso y con una superficie de cerca de un cuarto de hectárea. Este predio también cuenta con una buena cantidad de árboles de cítricos (limoneros, mandarinos, limas, toronjos y naranjos) y nogales pecaneros en producción; cabe señalar que no se aplican insecticidas en el sitio. Este lugar se visitó sistemáticamente por más de un año desde Febrero de 2014, tratando de registrar la presencia de mariposa monarca cada dos semanas. Las observaciones se llevaron a cabo en períodos de hora y media tratando de que esto se hiciera entre las 12:00 y las 13:30 horas, registrando los avistamientos al desplazarse por el jardín, buscando no contar al mismo individuo y cerciorándose de la identificación positiva de esta especie.

Al momento de hacer los avistamientos, usando una red entomológica y con todo cuidado, se colectaron las mariposas cuando ello fue posible, a fin de revisarlas con el protocolo de *Project Monarch Health (***<**http://www.monarchparasites.org**>)** para determinación de esporas de Ophryocystis elektroscirrha (Oe). Este método consiste en inmovilizar a la mariposa y colocar cuidadosamente una etiqueta adhesiva circular y transparente sobre la parte ventral del abdomen a fin de conseguir una “impresión” de las escamas que se colocan en una tarjeta de papel cartulina blanca, registrando el sexo de la mariposa (Figura 2). Una vez procesada la muestra se liberaba la mariposa, no sin antes marcarla con una gota de corrector líquido que se colocaba en la parte central inferior de las alas traseras de la mariposa. Con esa marca se evitaba tomar muestreas de mariposas que previamente se hubiesen capturado. Las tarjetas con las muestras se trasladaron al laboratorio de Entomología de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango para la búsqueda de esporas del protozoario bajo el microscopio estereoscopio y su digitalización, para luego hacer el envío de los caso positivos a corroboración mediante imagen digital a la sede del proyecto Monarch Health.

Figura 2.- A la izquierda arriba, toma de muestra de escamas con una etiqueta adhesiva a una mariposa monarca para la búsqueda del protozoario *Oe*; a la derecha, mariposa marcada y etiqueta en cartulina; abajo ala derecha captura con red.

Con el objetivo de incrementar las determinaciones del protozoario en adultos, se recuperaron de las plantas de *Asclepias* del jardín larvas jóvenes de monarca que se confinaron en jaulas de cría de aluminio y cristal provistas de estas mismas plantas en maceta, aumentando así su sobrevivencia al evitar a parasitoides y depredadores. Los adultos de esta cría se revisaron también con etiquetas adhesivas mediante la metodología ya señalada para luego ser liberadas.

LOS AVISTAMIENTOS

Las visitas para los avistamientos se iniciaron el 26 de Febrero de 2014 y finalizaron el 28 de Febrero de 2015. Se realizaron un total de 19 visitas en las que se avistaron un total de 127 Mariposas Monarca. La Figura 3 presenta de manera gráfica la evolución de los avistamientos a lo largo del año.

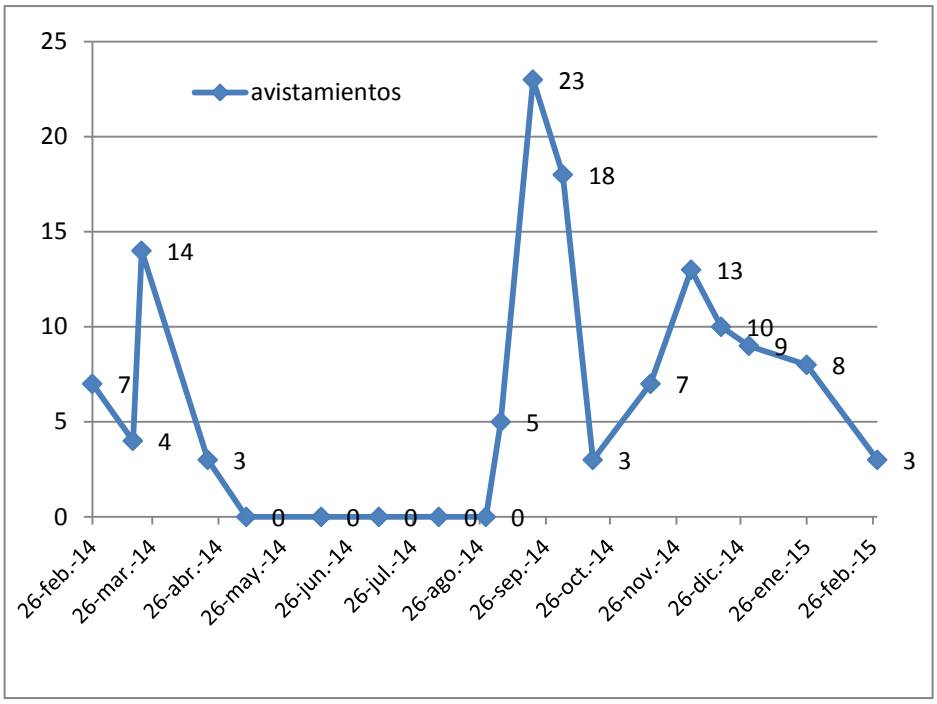


Figura 3.- Gráfico de los avistamientos de ejemplares adultos de mariposa monarca por visita durante un año en un jardín de mariposas en Sierra Hermosa (Vázquez *et al*., 2015).

LA INCIDENCIA DEL PROTOZOARIO *Oe*

Del total de las 127 monarcas avistadas sólo se capturaron 28, a las que se les realizó la toma de muestra de escamas a fin de detectar al protozoario *Ophryocystis elektroscirrha*; en ninguno de los casos se detectaron esporas. De las larvas que se colectaron en el jardín y que fueron protegidas de depredadores y parasitoides en jaulas de cristal y alimentadas con plantas de *A. curassavica* y/o *A. brachystephana* , 6 llegaron a adulto en la primera quincena de febrero de 2014 y en febrero del 2015 se muestrearon 45 ejemplares antes de ser liberados, haciendo un total de 51 adultos de cría muestreados. Se encontró que del total de 79 mariposas revisadas, sólo en un macho (que estaba muerto y malformado de las monarcas de cría de 2014) presentó esporas de *Oe* (Figura 4). La foto se envió vía electrónica al citado equipo de Monarch health y la presencia de esporas de *Oe* fue corroborada positivamente.

Altizer *et al*. (2000), señalan que es claro que las poblaciones migrantes de *Danaus plexippus* registran poca incidencia de Oe, mientras que aquellas poblaciones sedentarias, como la que se presentan en Florida, muestran una gran incidencia de esporas de este protozoario. En nuestro caso, la incidencia fue bajísima (1 de 79), sin embargo habrá que tomar precauciones, debido a que la popularidad de *Asclepias curassavica* se está convirtiendo en un problema al generar poblaciones no migrantes (Satterfield, *et al*., 2015), debido a que esta

planta está siendo establecida masivamente y a diferencia de las *Asclepias* nativas no perece al llegar al invierno, por lo que permite que en la planta rebrotada se queden las esporas de *Oe* y se propague la enfermedad. Aunque existe aún una gran controversia con respecto a el efecto de las poblaciones de *A. curassavica*, deberemos continuar generando información básica que nos permita proponer acciones concretas para la conservación de la Mariposa monarca y su entorno; la baja incidencia de mariposas infectadas con el protozoario y el arribo de la población "tempranera" encontradas en este trabajo constituyen ya noticias alentadoras.

Figura 4.- Fotografía de estereoscopio que muestra una etiqueta con escamas del abdomen de Monarca y las esporas de Oe, como pequeños objetos oscuros de forma ovoide.

.

EL ORÍGEN DE LAS MONARCAS LAGUNERAS

Pudimos observar mariposas de febrero a finales de abril. De mayo a finales de agosto no se observaron monarcas; lo anterior debido a que las mariposas migran hacía el norte para evitar el calor extremo de nuestro verano. Esperábamos que las Monarca aparecieran hacia finales de octubre como parte de una derivación de la ruta migratoria "normal" hacia los sitios de hibernación de Michoacán y Estado de México; sorprendentemente, en septiembre 5 se presentaron 5 avistamientos que luego llegaron a 23 en septiembre 20, descendiendo paulatinamente hacia octubre. El patrón "normal" se había denotado ya en los campos de flor de corte (principalmente *Tagetes*, sp.) en el Valle de Ciudad Juárez, Durango; donde pueden

observarse Monarcas alimentándose en las flores de cempoal a fínales de Octubre (Vázquez, Observación personal, datos no publicados).

El arribo "temprano" de Monarcas a la Comarca pudiera deberse a que la población detectada en este trabajo provenga de la población migratoria del Oeste de los Estados Unidos. Los avistamientos iniciales fueron compartidos con el sitio de internet *Journey North (*<http://www.learner.org/jnorth/monarch/>), que anualmente muestra avistamientos relativos a Monarca en todo Norteamérica, fue bastante notorio que nuestros avistamientos se adelantaban a los de la población migratoria del Este de los Estados Unidos; al respecto, varios autores coinciden que de la población del Oeste se sabe poco (Brower, 1995; Oberhauser, *et al*., 2009). Muy recientemente, Morris y colaboradores (2015), han publicado datos de 10 años de observaciones de monarca en Arizona y encuentran que los datos de la migración hacia el sur desaparecen en la frontera con México, por ausencia de datos; sin embargo, consignan el hallazgo de tres mariposas en Michoacán que habían sido etiquetadas en Arizona, lo que indica la existencia de un patrón migratorio en el Oeste que pasa por México. La Figura 5 muestra el mapa de la organización "Monarch Watch" que señala las rutas de las poblaciones del Este, Oeste y la Florida en los estados Unidos y donde se denota con una interrogación la falta de datos en México anteriormente señalada.

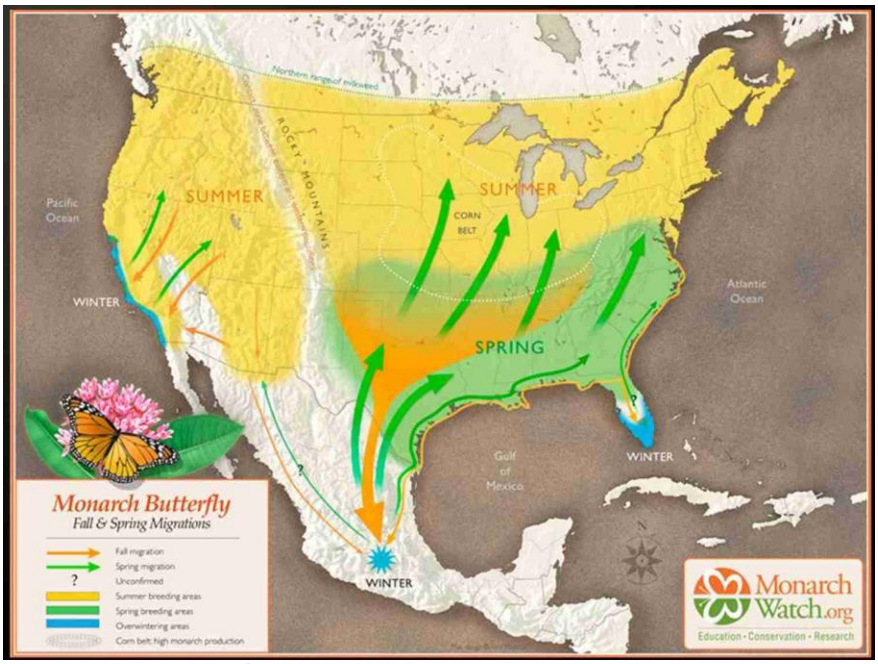


Figura 5.- Mapa de la organización *Monarch Watch* que señala las rutas migratorias conocidas de las poblaciones de monarcas del Florida, del Este y del Oeste de los Estados Unidos y la incertidumbre en la ruta del Oeste de México (Tomado de Monarch Watch.org Blog, 2010).

La otra posibilidad interesante sería la existencia de una población local, aunque la crudeza del invierno en esta parte de México hace que esta posibilidad no sea tan factible.

En definitiva, la observación de una población que arriba a la Comarca Lagunera de manera "temprana" con respecto a la muy estudiada población migratoria que viaja del sureste de los Estados Unidos y pasa por los estados de Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila hacia el sitio de hibernación de Michoacán y el Estado de México, constituye un dato muy interesante que requiere de mayores esfuerzos para detectar la ruta de esa posible ruta migratoria que conecta el Suroeste de los Estados Unidos con Michoacán. Se requiere establecer una red de monitoreo con voluntarios y un sistema de información geográfica que genere datos sobre el paso de la Monarca por Chihuahua, Sonora, Sinaloa y Durango que pudiera proveernos datos para tener una explicación sobre el paso de esta población "tempranera"; el plan de Manejo Tipo para Mariposa monarca (SEMARNAT, 2010) y la experiencia ganada en el esfuerzo ciudadano de tantos años en observación de Monarcas en Programas como "Correo Real" proponen una guía interesante para abordar este tópico.

CONCLUSIONES

Se detectaron mariposas monarca a inicios de septiembre del 2014 en un jardín de flores en la Comarca Lagunera. Este hallazgo, es inesperado y requiere corroboración y más estudios, pues pudiera ser una población que conecte el noroeste de México con la población migrante del suroeste de los Estados Unidos.

Se encontró una muy baja prevalencia de mariposas infectadas con esporas del protozoario *Ophryocystis elektroscirrha.*

BIBLIOGRAFÍA

Altizer, S.M. and K.S. Oberhauser, 1999. Effects of the protozoan parasite, *Ophryocystis elektroscirrha*, on the fitness of monarch butterflies (*Danaus plexippus*). *Journal of Invertebrate Pathology* 74: 76-88

Altizer, S.M., Oberhauser K.S. and L.P. Brower. 2000. Associations between host migration and the prevalence of a protozoan parasite in natural populations of monarch butterflies. Ecol. Entomol. 25:125-139.

Brower, L. 1995. Understanding and misunderstanding the migration of the monarch butterfly (Nymphalidae) in North America: 1857–1995", J. Lepid. Soc., 49: 304-385.

Brower L., Taylor O., Williams E., Slayback D., Zubieta R., and I. Ramirez M. 2012. Decline of monarch butterflies overwintering in Mexico: is the migratory phenomenon at risk? Insect Conserv. Diver. 5(2):95-100.

Comision for Environmental Conservation (CEC). 2008. Northamerican plan for monarch conservation. Montreal, Canadá. 53 p.

CONANP/SEMARNAT. 2015. La superficie ocupada por las colonias de mariposas monarca se incrementó 69 por ciento. Comunicado de prensa No 10. México D,F, 26 de enero 2015

<http://www.conanp.gob.mx/difusion/comunicado.php?id_subcontenido=796> [consultada el 12 de Febrero de 2015].

Correo Real. [Página de Internet] **<**http://www.profauna.org.mx/monarca/**>** [consultada el 12 de Febrero de 2015].

Journey North. [Página de Internet] **<**http://www.learner.org/jnorth/monarch/**>** [consultada el 12 de Febrero de 2015].

Morris, G. M., Kline C. and S. M. Morris, Status of *Danaus plexippus* population in Arizona. Journal of the Lepidopterists' Society 69(2), 2015, 91–107

Landis, T. 2014. Propagating native plants to create travel corridors for migrating monarch butterflies. Journal of Native Plants. 15(1): 5-16

Monarch Watch. org Blog. 2010. Two way monarch migration map. Mayo 13 2010. <http://monarchwatch.org/blog/2010/05/13/two-way-monarch-migration-map/> [Consultado el 12 de febrero de 2015].

Oberhauser, K. S., Batalden, R. and E. Howard . 2009. Monarch Butterfly Monitoring in North America: Overviews and Protocols. Montreal, Quebec: The Commission for Environmental Cooperation. ISBN 978-2923358567.14.

Project Monarch Health. [Página de Internet]. **<**http://www.monarchparasites.org**>** [consultado el 12 de Febrero de 2015].

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAT). 2010. Plan de Manejo Tipo para la Mariposa monarca (*Danaus plexippus*). Delegación Álvaro Obregón, México D. F. 42 p.

Satterfield D.A., Maerz J.C., and Altizer S. 2015 Loss of migratory behavior increases infection risk for a butterfly host. Proc. R. Soc. B 282: 20141734.. Disponible en **<**http://news.uga.edu/documents/Satterfield-20141734full.pdf**>** [consultado el 12 de Febrero de 2015].

Urquhart, F. 1976. Monarch Butterflies Found at Last: The Monarch's Winter Home. Natl. Geogr. 150. 160-173.

Vazquez N., J.M., Cisenros F.,B.A., Martínez R., J.J. y J.J. Carlos C. 2015. Abundancia estacional de la mariposa monarca *Danaus plexippus* e incidencia del protozoario *Ophryocystis elektroscirrha* en un jardín de mariposas en la Comarca Lagunera, México. En: Estrada V., E. (Editor).2015. Entomología Mexicana Vol. 2: 517-521.

WWF. 2014. La migración de la mariposa Monarca en riesgo de desaparecer. 24 de enero de 2014. Disponible en <http://www.wwf.org.mx/?214870/Lamigracin-de-la-mariposa-Monarca-en-riesgo-de-desaparecer> [consultado el 12 de Febrero de 2015].

LA APICULTURA Y LA APITERAPIA

Dr. José Luis Reyes Carrillo, M.C. Eleno Hernández Martinez, M. C. Edgardo Cervantes Alvarez, Dr. Pedro Cano Ríos, Dr. Héctor Madinaveitia Ríos y Dr. Alejandro Moreno Reséndez

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, Torreón, Coahuila, México C.P. 27054 tel. 871 7297644 e-mail: jlreyes54@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La apiterapia, el uso medicinal de los productos de la abeja melífera, se ha practicado desde la antigüedad, el polen, la miel, el propóleo, la jalea real y el veneno de abejas forman parte de ella. Mientras que los antiguos egipcios y griegos utilizaban la miel para tratar heridas, actualmente un amplio espectro de ellas son tratadas en todo el mundo con las mieles naturales no procesados procedentes de distintas fuentes (Arne *et al.,* 2009).

La artritis reumatoide (AR) es una enfermedad inflamatoria, crónica, sistemática que tiene sus manifestaciones más frecuentes en las articulaciones. Comprende una amplia gama de características, desde la enfermedad progresivamente crónica con grados variables de destrucción articular hasta las manifestaciones extraarticulares clínicamente evidentes (Goronzy y Wegand, 2000). Demográficamente, la AR es la forma más común de los tipos de artritis y afecta aproximadamente del 0.5 al 1% de la población mundial, con un impacto económico comparable con el de la enfermedad coronaria. La enfermedad puede ocurrir a cualquier edad, sin embargo la prevalencia aumenta con la edad y es aproximadamente unas 2.5 veces mayor en mujeres que en hombres (Emery et. Al, 2002). Estos padecimientos solo se tratan con medicina alópata, dejando de lado la medicina alternativa como la apiterapia, que puede curar enfermedades sin los indeseables efectos secundarios. Es de destacar que el veneno de abeja ha demostrado la acción antiinflamatoria y analgésica en estudios con animales, así como en los ensayos clínicos (Jae-Dong *et al.,* 2005). La acupuntura con veneno de abeja es uno de los tratamientos más comúnmente usados para tratar una serie de enfermedades humanos inflamatorias, como la artritis reumatoide y la osteoartritis (Ezzo *et al.,* 2001) y otras variantes como la espondilitis anquilosante, el lupus eritematoso y la artrosis.

Las primeras referencias que se dan a los usos medicinales de los productos de las abejas se encuentran en los libros de los médicos árabes y judíos en la España islámica. Maimónides (1135-1204) un médico en Córdoba, recomienda el uso del polen

como un tónico astringente y sedante. Ibn el-Beithar a principios de los años 1200 lo describió como afrodisíaco, “también es beneficioso para el estómago, devolver el hervor de la sangre y la curar inflamaciones producidas por el consumo de ciertos alimentos". En los tiempos recientes, el polen cosechado de las abejas comenzó a ser utilizado para la nutrición humana solamente después de la segunda guerra mundial, cuando se desarrollaron las trampas de polen (Bogdanov, 2012). Las observaciones clínicas sugieren que la miel es una promesa importante como un tratamiento eficaz para una serie de condiciones médicas y sobre todo en el tratamiento de las heridas que no cicatrizan (Adewurni y Ogunjinmi, 2011).

En 1858 el doctor francés en medicina de Martí comenzó a utilizar las picaduras de abeja para el tratamiento de varias enfermedades. En 1858, C. W. Lobo un prominente médico homeópata de Berlín editó su libro "Apis mellifica o el veneno de la abeja de la miel considerado como un agente terapéutico". En 1868 los rusos Lokumski y Lubarski publicaron un trabajo llamado "El veneno de abeja, un remedio". El uso moderno del veneno en la apiterapia se inició a través de los esfuerzos de médico austriaco Philip Terc en sus resultados publicados "Informe acerca de una conexión peculiar entre las picaduras de abeja y el reumatismo" en 1888. En el veneno de la abeja el mundo moderno ha encontrado amplios usos en el tratamiento de la artritis y otras enfermedades inflamatorias y degenerativas. El veneno es antibacterial, antiinflamatorio, inmunoactivador, inmunosupresor, analgésico, radio protector, anticancerígeno y así es eficaz en la curación de enfermedades como la artritis y diferentes padecimientos del sistema nervioso como esclerosis múltiple, Parkinson, Alzheimer e inflamaciones del sistema nervioso central y periférico (Bogdanov *et al*., 2011). El concepto de salud pública en el que se basa la definición de las FESP es el de la acción colectiva, tanto del Estado como de la sociedad civil, encaminada a proteger y mejorar la salud de las personas. Supone una noción que va más allá de las intervenciones poblacionales o comunitarias e incluye la responsabilidad de asegurar el acceso a la atención de salud y su calidad. No está referido a la salud pública como disciplina académica, sino como una práctica social de naturaleza interdisciplinaria (Muñoz et al., 2000) por ello el objetivo del presente trabajo fue la aplicación de la

apiterapia en el área de influencia de la Universidad en el tratamiento de padecimientos y enfermedades.

MATERIALES Y MÉTODOS

Actualmente en el Centro de terapias alternativas y de orientación a la salud (CETAOS) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro se tratan casos de enfermedades mediante la apiterapia desde el año 2011 hasta la actualidad con el objetivo de mejorar la calidad de vida de estos pacientes disminuyendo sus síntomas y buscando su curación. Las personas atendidas en este proyecto fueron registradas en una hoja de expediente con información general de edad, sexo, domicilio entre otros y en información particular el padecimiento diagnosticado y el tratamiento recibido. En todos los casos se inició el tratamiento con una picadura de prueba, administrando el aguijón con la abeja directamente por un minuto para observar reacciones adversas, de no presentarse, se inicia con una picadura a las 24 horas. Cada sesión se mantiene con un aguijón hasta 8 sesiones y entonces se puede aumentar de uno más y se repite. La apiterapia se aplica sin costo para los pacientes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Centro de Terapias Alternativas y de Orientación a la Salud (CETAOS) desde el año 2011 al mes de junio de 2015 se cuenta con los expedientes de 725 personas, que en su la mayoría son tratados por un dolor localizado en el cuerpo (golpes o desgaste) y artritis o sus variantes como artrosis, lupus eritematoso, espondilitis anquilosante como se puede ver en el siguiente cuadro:

afección	**pacientes**	**porcentaje**
dolor	148	20.4
artritis	131	18.1
estrés	59	8.1
ciática	42	5.8
circulación	35	4.8
columna	34	4.7
hernia de disco	14	1.9
varices	24	3.3
gastritis colitis	31	4.3
migraña	22	3.0
hipertensión	14	1.9

vitiligo	9	1.2
Parkinson	8	1.1
esclerosis múltiple	8	1.1
esclerosis lateral	5	0.7
psoriasis	7	1.0
insomnio	6	0.8
parálisis facial	6	0.8
túnel del carpo	5	0.7
depresión	4	0.6
embolia y derrame	4	0.6
alopecia	2	0.3
alergias	4	0.6
ácido úrico	2	0.3
convulsiones	2	0.3
vista	5	0.7
varias	94	13.0
TOTAL	725	

De acuerdo con los resultados del estudio realizado por la FUMERAC, el estado general de salud de los pacientes con Artritis Reumatoide en México es de 6.8, en una escala de 1 a 10, y en general con limitaciones funcionales, dolor y desesperanza. Todos los tratamientos para la artritis reumatoide representan un gasto para el paciente, además de la inversión en estudios para lograr el diagnóstico y de los que se realizan para evaluar los resultados del tratamiento. Existen diferentes tratamientos. Actualmente, las terapias biológicas detienen la progresión y en casos muy avanzados recuperan la funcionalidad casi por completo. Pueden llevar a la remisión y por lo tanto la reintegración del paciente a la vida productiva e independiente. Sin embargo, sólo el 5% de los dos millones de pacientes con Artritis Reumatoide en México tienen acceso a estos medicamentos. Por esto, es importante que nuevas terapias probadas como está sean incluidas en el sistema de salud y que se optimicen los filtros de selección de pacientes (Solá, 2012). Debido al alto costo de los tratamientos, estos males deberían ser considerados catastróficos y tener cobertura en esquemas de gobierno como el Seguro Popular. La prevalencia de artritis a escala global es de uno por ciento, mientras en México es ligeramente mayor, pues afecta a 1.6 por ciento de la población, por lo que se calcula que hay más de un millón 700 mil personas de entre 20 y 50 años de

edad con este padecimiento, y agregó que hay entidades, como Yucatán, donde la cifra es más alta, pues alcanza 2.6 por ciento (Gomez-Mena, 2011).

En el estudio “Gastos catastróficos en salud y empobrecimiento de los hogares de pacientes con artritis reumatoide” se encontró que el dinero pagado por el propio paciente y su entorno familiar por la enfermedad, ascendía a 62 mil pesos con variaciones de acuerdo al sistema de salud. Por ejemplo, el paciente de escasos recursos que no cotiza en ningún sistema de salud por no tener empleo fijo, pero que acude a las dependencias de la Secretaría de Salud gasta 42 mil pesos anuales en promedio, mientras que el paciente que acude a la consulta privada gasta hasta 117 mil pesos anualmente. En cualquiera de estos casos es un gasto catastrófico ya que alrededor de 49% de los hogares estudiados gastaron más de la tercera parte de los ingresos de la familia en la atención del enfermo con artritis reumatoide (PSM, 2012).

Los padecimientos más importantes tratados en el CETAOS fueron dolores localizados, artritis, estrés, ciática (inflamación del nervio ciático), problemas de circulación en extremidades inferiores, columna y hernias de disco, varices, gastritis y colitis, migraña (dolor de cabeza severo) e hipertensión. Los padecimientos con menores porcentajes de pacientes fuero el vitíligo (pérdida de los pigmentos de la piel), mal de Parkinson, la esclerosis múltiple, esclerosis lateral, psoriasis, insomnio, parálisis facial, síndrome del túnel del carpo, depresión, secuelas de embolia y derrame cerebral, alopecia (pérdida de cabello), alergias, ácido úrico, convulsiones, problemas de la vista y diversos padecimientos agrupados bajo el renglón de “varias” representaron un 13 por ciento de los 725 pacientes.

Es interesante señalar que en los 2 casos de alopecia (pérdida de cabello en zonas de la cabeza bien definidas) se logró la recuperación total del área de cabello perdido y recuperado con la terapia de picaduras de abejas apareció blanco y este fenómeno ya había sido reportado por Guzmán-Sánchez *et al.* (2007) y Alkhalifah *et al.* (2010) en que la regeneración de pelo espontáneo o inducido por tratamiento es típicamente hipopigmentado o carente de pigmento en su totalidad (Alopecia areata tipo Tomás Moro). Se desconoce la prevalencia real de la afección en la población general, ya que en los estudios realizados con series de casos de consultas especializadas, existió disparidad en los datos obtenidos de diferentes aéreas de estudio. En un estudio

epidemiológico de la Clínica Mayo en Rochester, E.U.A. reporta una incidencia de 20.2 casos nuevos por cada 100,000 habitantes por año. Las tasas señaladas por otros autores oscilan entre el 0.9 % y el 4 % de los pacientes dermatológicos y entre el 0.01% y el 0.05% de la población de raza blanca (Díaz-Leaño, 2007). Djurik y Djurik (2010) recomiendan la ingesta de polen, jalea real fresca y miel mezclado para el tratamiento de la alopecia areata.

CONCLUSIONES

De acuerdo a la metodología empleada y a los resultados obtenidos podemos concluir lo siguiente:

1. La apiterapia tiene un gran potencial para el tratamiento de enfermedades de Salud Pública como la artritis en todas sus formas (131 pacientes) y padecimientos relacionados con el dolor localizado (148 pacientes).
2. En todos los casos tratados los pacientes manifestaron tener una mejoría en su calidad de vida y en una gran mayoría mostraron la curación.
3. Las afecciones relacionadas al sistema nervioso (estrés, ciática, gastritis y colitis, migraña, vitíligo, mal de Parkinson, depresión, alopecia y convulsiones) son -en conjunto- las más importantes en el número de pacientes.

BIBLIOGRAFÍA

Adewurni A. A. y A. A. Ogunjinmi. 2011. The healing potential of honey and propolis lotion on septic wounds Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine S55-S57

Alkhalifah A., A. Alsantali; E. Wang, K. McElwee y J. Shapiro . Alopecia Areata Update. Journal of the American Academy of Dermatology Volume 62:1777-88

Arne S., K. Traynor, K. Santos, G. Blaser, U. Bode y P. Molan. 2009. Medical Honey for Wound Care—Still the 'Latest Resort'. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. Volume 6 (2):165–173

Bogdanov S. 2011(en línea) Bee Venom: Composition, Health, Medicine: A Review. Bee Product Science (http://www.bee-hexagon.net/files/file/fileE/Health/VenomBookReview.pdf) (consulta 1 de agosto de 2015)

Bogdanov, S. 2012 (en línea) Propolis: Composition, Health, Medicine: A Review. Bee Product Science (http://www.bee-hexagon.net/files/file/fileE/Health/PropolisBookReview.pdf) (consulta 15 de marzo de 2015)

Díaz-Leaño, C. 2012 (en línea). Alopecia areata: Estudio de las características clínico epidemiológicas en población adulta. Universidad Nacional de la Plata. Facultad de Ciencias Médicas Departamento de Posgrado. Disponible en (http://www.postgradofcm.edu.ar/ProduccionCientifica/TrabajosCientificos/88.pdf) (consulta 2 de agosto de 2015)

Djurik, N. y S. Djurik 2010 Use of four honeybee products to treat alopecia (hair loss). 2010. Journal of the American Apitherapy Association. Volume 17 (2):1-4

Emery, P., F. Breedveld, M. Dougados, J. Kalden, M. Schiff y J Smolen. 2002. Early referral recommendation for newly diagnosed rheumatoid arthritis: evidence based development of a clinical guide. Annals of Rheumatic Diseases. Volume 61:29-297.

Ezzo J., V. Hadhazy y S. Birch. 2001 Acupuncture for osteoarthritis of the knee: a systematic review. Arthritis Rheum;44:819-25.

Gómez-Mena, C. 2011. En México hay más de un millón 700 mil personas con artritis reumatoide. (http://www.jornada.unam.mx/2011/10/12/sociedad/042n3soc) (consulta 5 de julio de 2015)

Goronzy J. I., y C. M. Wegand. 2000. Artritis reumatoide: Epidemiología, Patología y Patogenia. *In*: Klippel J.H. Principios de las Enfermedades Reumáticas. 4ª Ed. en castellano. Intersistemas SA de CV. México. 179-186.

Guzman-Sanchez, A.; S. Kimberly y A. M. McMichael. 2007. Alopecia areata. International Journal of Dermatology. 46:121–131

Jae-Dong L., P. Hi-Joon, Ch. Younbyoung y L. Sabina. 2005. An Overview of Bee Venom Acupuncture in the Treatment of Arthritis. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine.Volume 2 (1):79–84

Muñoz, F., D. López-Acuña, Paul Halverson, C. Guerra de Macedo, W. Hanna, M. Larrieu, S. Ubilla y J. L. Zeballos. 2000. Las funciones esenciales de la salud pública: un tema emergente en las reformas del sector de la salud Rev Panam Salud Publica vol.8 pág.1-2

Plenilunia Salud Mujer (PSM) 2012 ¿Cuánto gastan los enfermos reumáticos en México? Estudio revela su impacto (http://plenilunia.com/padecimientos/cuanto-gastan-los-enfermos-reumaticos-en-mexico-estudio-revela-su-impacto/16070/) (consulta 2 de julio del 2015)

Solá, B. 2012. Poca atención en pacientes de Artritis Reumatoide. (http://www.cronica.com.mx/notas/2012/638447.html) (consulta 1 de agosto de 2015)

PEPINO SOBRE ACOLCHADO PLÁSTICO DE COLORES CON PELÍCULAS CONVENCIONALES, FOTODEGRADABLES, EN CAMPO ABIERTO Y CASA SOMBRA

Luis Ibarra Jiménez.

Investigador Titular del Centro de Investigación en Química Aplicada, Saltillo, Coah.

INTRODUCCIÓN

El efecto del acolchado plástico de colores está bien documentado en tomate, pimiento, melón, sandía, calabacita, berenjena, fresa, papa y otros cultivos (Lamont, 2005), sin embargo el acolchado de colores en pepino está muy poco documentado. Existe muy poca información en pepino sobre acolchado plástico con películas convencionales y fotodegradables y poca información sobre el acolchado de colores en condiciones de campo abierto en comparación con casa sombra, este trabajo plantea documentar en parte esa falta de información

Los objetivos de este trabajo fueron: evaluar el efecto de diferentes colores de acolchado plástico en la acumulación de grados día suelo, tasa de fotosíntesis y el rendimiento del cultivo de pepino; así como comparar el crecimiento y rendimiento del cultivo de pepino con acolchado plástico con películas fotodegradables y convencionales y el comportamiento del cultivo con acolchado de colores en campo abierto en comparación con casa sombra.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los estudios de campo fueron efectuados en el Campo Experimental CIQA, localizado en Saltillo, Coah.

Se efectuaron tres ensayos:

En el ensayo 1 se evaluaron ocho películas de acolchado: blanco-negro, azul, blanco, negro, negro grabado, plata-negro, rojo y café (Pliant, Chesterbrook, PA), en comparación con el suelo desnudo.

Los ensayos se efectuaron en 2003 y 2004.

En el ensayo 2 se probaron dos factores de la producción: Factor A: Cultivo en campo abierto y casa sombra, Factor B: acolchado negro, azul, rojo y blanco-negro (Pliant, Chesterbrook, PA) en compración con el suelo desnudo.

El ensayo se efectuó en 2010.

En el ensayo 3 se probaron seis acolchados fotodegradables: rojo 8, rojo 12, azul 8, azul 12, verde 8, verde 12 (Centro de Investigación en Química Aplicada) en comparación con un acolchado negro convencional (Pliant, Chesterbrook, PA) y un testigo, no acolchado.

Este ensayo se efectuó en dos localidades del CIQA en 2013.

En los tres ensayos se hicieron mediciones de temperatura de suelo utilizando diferentes modelos de data logger (Campbell, Sci., UTAH, Logan). Se hicieron mediciones de área foliar (LI-3100 LI-COR, NE) y fotosíntesis unitaria (LI-6200 y LI-6400, Li-Cor, Lincoln, NE).

Los riegos se hicieron en base a lecturas de tensiómetros (Riverside, Irrometer, CA, USA).

Los datos fueron analizados en el Statistical Analysis System PROC GLM (SAS, Institute 2010 Inc., Cary, NC).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ensayo 1

Los grados día suelo en todos los tratamientos acolchados fueron significativamente superiores ($p \leq 0.05$) que el suelo desnudo (datos no mostrados). Mayor acumulación de grados día suelo en acolchado han sido reportados (Ngouajio y Ernest, 2005). Desde los inicios de la investigación, los colores de acolchado plástico han sido divididos en dos grupos, colores claros y colores obscuros. En este estudio los colores obscuros pueden estar representados por el color café, azul, negro grabado, negro y rojo. Los colores claros pueden estar representados por los colores blanco-negro, blanco y plata-negro. Los colores obscuros acumularon una mayor cantidad de grados día suelo en 2002 y 2003. Los colores obscuros reflejan menor radiación de onda corta que los colores claros, resultando en un incremento en la temperatura del suelo. No hubo una tendencia del rendimiento de acuerdo a la coloración clara y obscura.

El efecto del color del acolchado parece ser consistente con la acumulación de Grados día suelo. Nosotros realizamos análisis de regresión, usando Grados día en el eje de

las x y rendimiento en el eje de las y, el coeficiente de determinación fue de 0.89 (p=0.0001).

Las implicaciones prácticas de este estudio muestran que el acolchado plástico afecta la temperatura del perfil superior del suelo y la acumulación de calor, expresado como Grados día-suelo.

Tabla 1. Rendimiento precoz y rendimiento total en el cultivo de pepino con acolchado plástico de colores en dos años de cultivo.

	Rendimiento t ha^{-1}			
	2002		2003	
Acolchado	Temprano[a]	Total	Temprano	Total
Café	20.9 ab	67.8 a	28.6 b	97.2 a
Blanco/Negro	25.3 a	72.4 a	26.4 b	85.0 a
Azul	26.7 a	65.1 a	23.2 b	90.9 a
Blanco	28.0 a	72.3 a	27.9 b	93.3 a
Negro grabado	24.6 a	66.6 a	26.7 b	88.5 a
Negro	21.8 a	63.7 ab	30.3 ab	92.8 a
Plata/negro	21.8 ab	65.1 a	38.4 a	89.7 a
Rojo	23.1 ab	62.0 ab	29.3 b	91.3 a
Suelo desnudo	14.2 b	50.2 b	6.8 c	64.9 b
DMS (0.05)	10.0	13.9	8.4	10.7

[a] Se refiere al rendimiento acumulado durante los primeros quince días de cosecha
Tratamientos con la misma literal no difieren entre sí

Ensayo 2

Las plantas de pepino en casa sombra produjeron mayor crecimiento y rendimiento. El mayor crecimiento y rendimiento de plantas crecidas en casa sombra estuvo asociado con una mayor tasa fotosintética, así como también a una mayor concentración de K y N en la hoja. El incremento en el rendimiento estuvo asociado a una mayor acumulación de calor en el suelo expresado como Grados día suelo (datos no mostrados). Es concluido que las plantas bajo casa sombra incrementaron el área foliar, peso seco de planta, rendimiento precoz y total con respecto a la plantas crecidas en campo abierto. Las plantas crecidas en casa sombra superaron en 145 por ciento el

rendimiento total de las plantas crecidas en campo abierto (Tabla 2), además de registrar una mayor tasa fotosintética y contenido de K en las hojas (datos no mostrados). En condiciones de campo abierto el mayor rendimiento fue obtenido con acolchado blanco-negro, mientras que en casa sombra se obtuvo con el blanco-negro, negro y rojo. Nuestros resultados confirman que el acolchado plástico y la casa sombra mejoran el crecimiento y rendimiento, sin embargo el color del acolchado debe ser cuidadosamente seleccionado.

Tabla 2. Rendimiento precoz y total en pepino en campo abierto y casa sombra.

	Rendimiento temprano por planta[y]		Rendimiento total por planta	
Acolchado	frutos	kg	frutos	kg
Rojo	3.19 a	1.03 a	9.13 abc	3.57 ab
Negro	3.22 a	1.04 a	9.70 a	3.71 a
Azul	2.65 a	0.87 a	8.68 bc	3.38 b
Blanco	2.77 a	0.93 a	9.23 ab	3.67 ab
Suelo desnudo	1.89 b	0.58 b	8.13 c	3.05 c
Ambiente				
Casa sombra	2.76	0.89	12.43 a	4.94 a
Campo abierto	2.73	0.89	5.52 b	2.01 b
P				
Ambiente (A)	0.13	0.17	0.001	0.001
Acolchado (B)	0.002	0.001	0.003	0.001
A x B	0.15	0.063	0.86	0.062

[y]Rendimiento obtenido durante los primeros quince días. Tratamientos con la misma literal no difieren entre sí (Tukey)

Ensayo 3

La respuesta del rendimiento del cultivo de pepino establecido en los acolchados fotodegradables fue similar al establecido en el acolchado convencional y estos fueron superiores al suelo desnudo (Tabla 3).

El índice de degradación mostrado por las películas degradables fue superior en los tratamientos con mayor concentración de pigmento lo cual se mostró en la mayoría de los tratamientos en las dos localidades de estudio, asimismo fue demostrado en cámara de envejecimiento acelerado (datos no mostrados).

En cuanto a los colores de acolchado, no influyeron en la degradación de las películas, las diferencias se presentaron en el porcentaje de concentración de pigmento.

En rendimiento total, el color que mostró un más claro incremento fue el verde en la concentración 8 porciento de pigmento en la localidad CIQA y en la localidad las Encinas en sus dos concentraciones, 8 y 12 porciento de pigmento.

Tabla 3. Rendimiento precoz y rendimiento total en el cultivo de pepino con acolchado con películas fotodegradables.

	Rendimiento t ha^{-1}			
	CIQA		Las Encinas	
Acolchado	Temprano[a]	Total	Temprano	Total
AN	26.6 d	52.8 ab	36.5 bc	41.0 ab
AR 8	24.6 e	60.3 a	36.9 a	42.9 ab
AR 12	29.9 a	58.0 a	23.9 bc	43.4 ab
AA 8	27.5 b	52.4 ab	24.5 bc	45.0 ab
AA 12	27.2 c	51.1 ab	22.1 bc	38.5 bc
AV 8	19.5 g	61.4 a	31.1 a	47.8 a
AV 12	19.9 f	48.6 ab	28.3 a	48.2 a
Testigo	19.3 h	33.9 b	18.8 c	31.4 c
P	0.0001	0.029	0.007	0.012

[a] Se refiere al rendimiento acumulado durante los primeros diez días de cosecha
Tratamientos con la misma literal no difieren entre sí

BIBLIOGRAFÍA

Lamont, W.J. 2005. Plastics: modifying the microclimate for the production of vegetable crops. HortTechnology. 15:477–481.

Ngouajio, M., and Ernest, J. 2005. Changes in the physical, optical and thermal properties of polyethylene mulches during double cropping. HortScience, 40, 94_97.

ESTRATEGIAS PARA INCREMENTAR EL VALOR ALIMENTICIO DE FORRAJES O SUBPRODUCTOS FIBROSOS

J. Santos Serrato Corona, Tania Minor Hinojosa, y Laura Moreno Sepúlveda

Facultad de Agricultura y Zootecnia - Universidad Juárez del Estado de Durango
sserratoc@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

La demanda de alimentos de origen animal se incrementará a medida que la población mundial incremente. La población mundial se estima en 9.1 billones para 2050 (FAO, 2009) y 13.6 billones para 2100. La demanda mundial de alimentos para la población y el ganado se incrementará en aproximadamente un 70%. Además, una cantidad creciente de granos de cereales se utilizará para la producción de biocombustibles. El panorama anterior sugiere que la alimentación del ganado rumiante dependerá de una manera importante de otras alternativas de alimentación como residuos de cosecha y otros subproductos de la industria fibrosos. Los rumiantes posen una capacidad natural para utilizar alimentos fibrosos debido a sus características anatómico-fisiológicas. No existe duda que los principales alimentos para rumiantes en los países en desarrollo son esencialmente los residuos de cosecha y pastos de baja calidad. En México la producción de granos fue de 33.5 millones de toneladas el año pasado (USDA, 2015). Lal, (2005) reporta una producción anual estimada de residuos agrícolas de 2802 $x10^6$ t por año para residuos de cereales, 3107 $x10^6$ t por año para 17 cereales y leguminosas, y 3758 $x10^6$ t por año para 27 cosechas para alimentos. Sin embargo, debido a su baja calidad nutritiva los residuos de cosecha requieren procesarse si se pretende utilizarlos en dietas para promover cualquier función productiva (Berger et al., 1994). La unión de la celulosa con lignina reduce la digestibilidad. La disolución del complejo celulosa-lignina mediante tratamientos físicos o químicos incrementa la digestibilidad de esos alimentos fibrosos convirtiéndolos en una fuente de energía viable para rumiantes (Lee, 1980). Además, de los diferentes tratamientos, la suplementación, es otra alternativa viable para mejorar el consumo y la utilización de alimentos fibrosos (Preston, 1995; Kristjanson and Zerbini, 1999). La intención de este escrito es presentar información sobre algunas estrategias para mejorar el uso de alimentos de baja calidad en rumiantes.

Demanda de alimentos de origen animal

La demanda de alimentos de origen animal se incrementará a medida que la población mundial incremente. Para el año 2050 la población mundial alcanzará 9.1 billones un 34 % mayor a la actual. Casi todo este incremento ocurrirá en los países en desarrollo. La población urbana se incrementará del 49% actual a 70% en 2050. Consecuentemente la producción anual de cereales deberá incrementarse a aproximadamente 2.1 en la actualidad a 3 billones y la producción anual de carne deberá incrementarse en más de 200 millones para cubrir la demanda estimada de 470 millones de toneladas (FAO, 2009). Se estima que para la primera mitad de este siglo la demanda mundial de alimentos para consumo humano, alimentos para el ganado y fibras se incremente en un 70 %, mientas que cada vez más cultivos puedan ser utilizados para la producción de biocombustibles y otros procesos industriales (Figura 1).

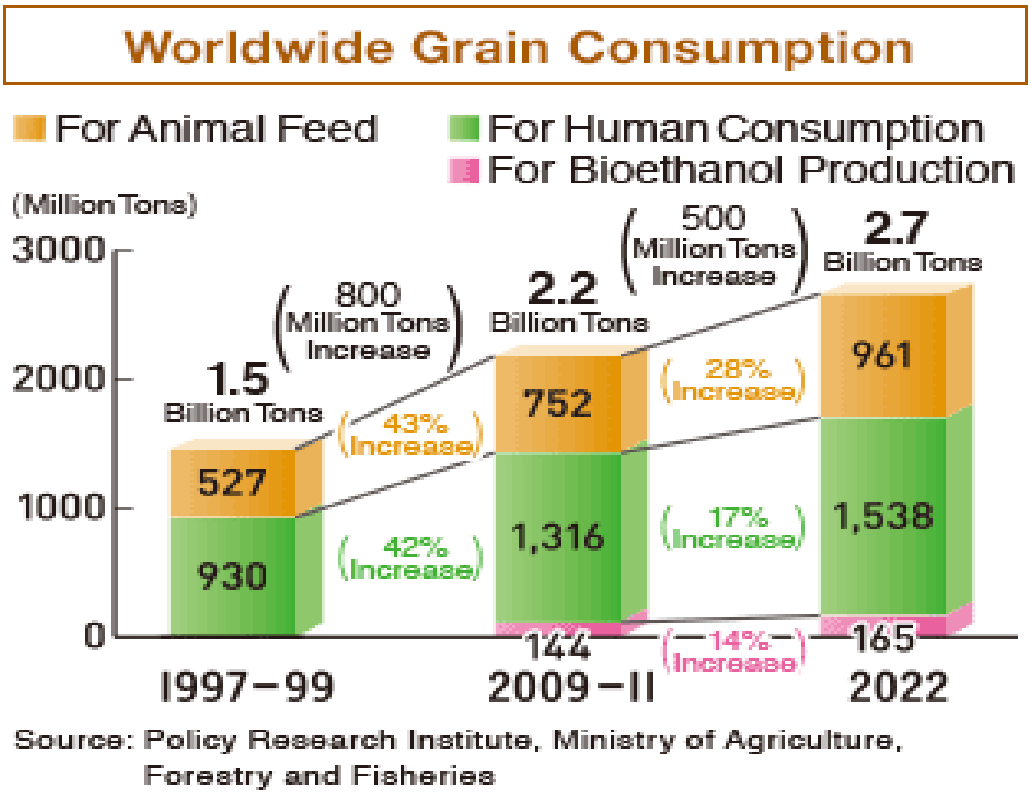


Figura 1. Estimación del consumo de granos a nivel mundial para el 2022. Tomado de Policy Research Institute Ministry of Agriculture. Forestry and Fishery.

Subproductos fibrosos en alimentación animal.

Los principales alimentos para rumiantes en los países en desarrollo son esencialmente los residuos de cosecha y pastos de baja calidad de los agostaderos ya sea pastoreados o cosechados manualmente a un estado vegetativo muy avanzado durante la estación seca. En México la producción de granos fue de 33.1 millones de toneladas en 2011 (USDA, 2012). Normalmente la producción de residuos agrícolas es igual o el doble a la cantidad de grano producido en granos de cereales (NRC, 1983; Lal, 1995). Por su parte, Watson et al. (2015) mencionan que el índice de cosecha indica la cantidad de residuo por cada kilogramo de grano, por ejemplo un índice de 0.55 indica que por cada kilogramo de grano de maíz producido se generan 0.8 kg de residuo (0.45 kg de residuo/0.55 kg de grano). A nivel regional la generación de residuos de cosecha de los principales granos estimada a partir de la producción de grano (SAGARPA, 2015) supera las 40 mil toneladas para 2014. El potencial de los residuos de cosecha como fuente de nutrientes para el ganado es tremendo, sin embargo ha sido muy poco valorado e implementado por los pequeños productores.

Los residuos de cosecha son abundantes pero requieren procesarse si se pretende utilizarlos en dietas para promover cualquier función productiva (Berger et al., 1994). Los puntos básicos relacionados con la utilización de forrajes de mala calidad por rumiantes según Chenost (2001) son: (1) alimentar los microorganismos del rumen de tal forma que las especies celulolíticas sean favorecidas. La energía de los carbohidratos estructurales es liberada lentamente y utilizada en procesos de fermentación y síntesis de proteína microbiana. Sin embargo, los contenidos de proteína, minerales y vitaminas en los forrajes fibrosos son muy bajos. En este contexto, los requerimientos de nitrógeno para la síntesis de proteína microbiana no son cubiertos por la dieta basal, por lo tanto un buen programa de suplementación debería incluir una fuente de NNP (preferentemente) o una fuentes de proteína soluble para satisfacer las necesidades de nitrógeno amoniacal de los microorganismos. Además, la inclusión de minerales como S, Mg, Cu y Zn es recomendable para una mayor actividad microbiana en el rumen. (2) Alimentar el animal hospedero con los nutrientes necesarios (amino ácidos, precursores glucogénicos, etc.) para lograr un adecuado estado nutricional de acuerdo a su estado fisiológico. La suplementación con alimentos densos en proteína

no degradable y en paredes celulares digestibles de tal manera que la fermentación celulolítica en el rumen no sea afectada negativamente. Para lograr una óptima utilización de esos alimentos se debe considerar el valor nutricional y el factor económico (Berger et al., 1994).

Procesamiento de alimentos fibrosos para mejorar consumo.

A pesar de que se ha comprobado la importancia de los residuos de cosecha en la nutrición de rumiantes, éstos son bajos en energía metabolizable y proteína cruda (Devandra, 1991; Preston, 1995; Tingshuang *et al.,* 2002). Se ha generado una cantidad importante de información científica sobre diferentes estrategias para mejorar su valor alimenticio, manejo del cultivo, mejoramiento genético, tratamientos físicos, químicos y biológicos así como estrategias de suplementación con fuentes proteicas y forrajes verdes (Preston, 1995; Kristjanson and Zerbini, 1999; Kristjanson *et al.,* 2002).

Existen dos formas de mejorar el valor alimenticio de los forrajes de mala calidad. Uno es mediante la suplementación y el otro es mediante el tratamiento o procesamiento. Ambas formas tienen como objetivo fundamental incrementar la degradación de los carbohidratos estructurales.

En un intento por incrementar la digestibilidad de los forrajes de baja calidad se ha utilizado una variedad de compuestos químicos. Esta estrategia se ha utilizado desde los años 20' en EEUU por Lindsey (1922) quien incrementó la digestibilidad de cascarilla de arroz al tratarla con hidróxido de sodio diluido. Por su parte, Eng (1964) incrementó la ganancia de peso en más de 3% novillos alimentados con cascarilla de arroz amonificada. Waiss et al. (1972) incrementó la digestibilidad *in vitro* en un rango de 16 a 113% al tartar alfalfa, cebada, avena, ryegrass, arroz y paja de trigo con amoniaco al 5.2% (P/P). La amonificación de paja de trigo a un nivel de 4 a 7% incrementó la ganancia de peso en corderos en un 35% (Garret et al., 1974). Al amonificar paja de trigo a un nivel de 4.7% Garret et al. (1979) reportó un mayor incremento de peso, una mayor eficiencia alimenticia y valores de energía neta más altos. Oji et al. (1977) report un increment en la digestibilidad de la celulosa en un 18 a 19% al amonificar rastrojo de maíz a un nivel de 3 a 5%. Sin embargo, no toda la investigación reporta que la amonificación mejora la digestibilidad o valor alimenticio de

los forrajes de baja calidad. Klett et al. (1972) alimentó novillos con cascarilla de arroz, paja de sorgo, y paja de trigo amonificados y no encontró ninguna mejora en ganancia de peso, consume de alimento, y eficiencia alimenticia. Horton (1979) alimentó novillos con paja de trigo amonificada al 3.5% y el consumo de alimento, la ganancia de peso y el valor energético del alimento no se incrementó. Sin embargo, la amonificación incremento en nivel nitrógeno en el alimento.

Debido a los altos incrementos en el precio de los granos en los recientes años, el tratamiento alcalino de forrajes ha cobrado nuevo interés. El tratamiento alcalino es utilizado para incrementar la tasa y el grado de digestión de la celulosa y hemicelulosa principalmente por la ruptura de los enlaces entre lignina y celulosa o hemicelulosa (Klopfenstein, 1978). Químicos como NaOH, NH_3, Ca $(OH)_2$, KOH, y CaO, se han utilizado para mejorar la digestibilidad de numerosos forrajes incluyendo olote de maíz, rastrojo de maíz, paja de trigo, y paja de avena (Klopfenstein y Owen, 1981). Problemas de seguridad han limitado el uso de NaOH. Recientemente el uso de CaO ha demostrado ser más seguro y efectivo. El proceso consiste en moler el residuo de cosecha y agregar agua y 5% de CaO para obtener un producto con 50% de materia seca, procesar anaeróbicamente por al menos una semana antes de utilizarlo en la alimentación (Shreck et al., 2013).

El valor de los residuos de cosecha puede ser mejorado mediante el uso de un tratamiento alcalino tal como el hidróxido de calcio $Ca(OH)_2$ (Rounds et al., 1976) o NaOH (Lesoing et al., 1980). Fahey et al. (1993) revisaron una serie de estudios (32) en los cuales se incluyeron residuos de cosecha tratados (representando al menos el 60% de la materia seca de la dieta) con NaOH y encontraron un 30% de incremento en la digestibilidad de la materia seca. Sin embargo, el tratamiento de forrajes con NaOH puede cambiar negativamente el sitio de digestión de la fibra hacia los intestinos (Berger et al., 1979b), lo que potencialmente disminuye el beneficio energético. Por lo que, el hidróxido de calcio se ha utilizado como un sustituto del NaOH (Rounds et al., 1976; Lesoing et al., 1980) ya que es menos corrosivo, fácil de manejar, y proporciona una fuente de calcio (Shreck, et al., 2015).

Los factores que limitan el uso de los residuos de cosecha en la producción animal o para la producción de biocombustibles son muy similares, lo que puede

potencialmente generar una disyuntiva de utilizar dichos subproductos en la alimentación animal o para la producción de etanol.

Estrategias de suplementación.

Las deficiencias nutricionales en el ganado se pueden corregir al menos parcialmente mediante estrategias de suplementación, en la actualidad se han utilizado una gran variedad de alimentos para corregir dichas deficiencias. Los granos de cereales, forrajes cultivados, subproductos agroindustriales, subproductos agropecuarios, son una buena alternativa dependiendo de la disponibilidad y el costo. Cuando los forrajes son de baja calidad y con un alto contenido de fibra se recomienda suplementar proteína. La suplementación proteica incrementa el consumo de forraje de mala calidad debido a que aumenta su velocidad de digestión, la tasa de pasaje ruminal y la llegada de proteína verdadera al duodeno (Galyean y Goetsch, 1993), para que el plan de suplementación tenga un efecto positivo se necesitan dos factores fundamentales; el forraje debe ser de baja calidad, con alto contenido en fibra y bajo en proteína (Allden, 1981). En forrajes con niveles adecuados de nitrógeno la suplementación proteica no incrementa el consumo de forraje (Matejovsky y Sanson, 1995), ocasionando muchas veces una sustitución de forraje por suplemento, en estos casos los suplementos proteicos actuarían únicamente como fuente de energía.

Estudios a corto plazo indican que el rastrojo de maíz tratado con 5% de CaO y agua para lograr un 50% de material seca puede remplazar el ensilado de maíz en dietas para vacas en lactación en al menos 25% de la ración (Donkin et al., 2012). Serrato et al. (2012) reportaron que el tipo de esquilmo modificó significativamente la concentración de $N\text{-}NH_3$ ($P = 0.006$), encontrando concentraciones de 10.1 mg/dL para las cabras que recibieron esquilmo de sorgo mientras que aquellas que recibieron rastrojo de maíz registraron 7.8 mg/dL. El tipo de suplemento también modificó la concentración de $N\text{-}NH_3$ ($P = 0.005$) registrándose concentraciones de 10.2 mg/dL en las cabras que se suplementaron con melaza-pollinaza-acemite-soya (PMAS) comparadas con aquellas que recibieron pollinaza-melaza-maíz (PMM) con concentraciones de 7.7 mg/dL (Figura 2).

Debido a que los rumiantes consumen el 35.6% de los 154.9 millones de toneladas métricas del maíz utilizado en la alimentación animal en los Estados Unidos cada año, es predecible que una parte del maíz ofrecido al ganado rumiante sea remplazado por alimentos alternativos debido a que ellos son menos eficientes en la conversión de alimentos que los cerdos y aves (Sewell et al., 2009).

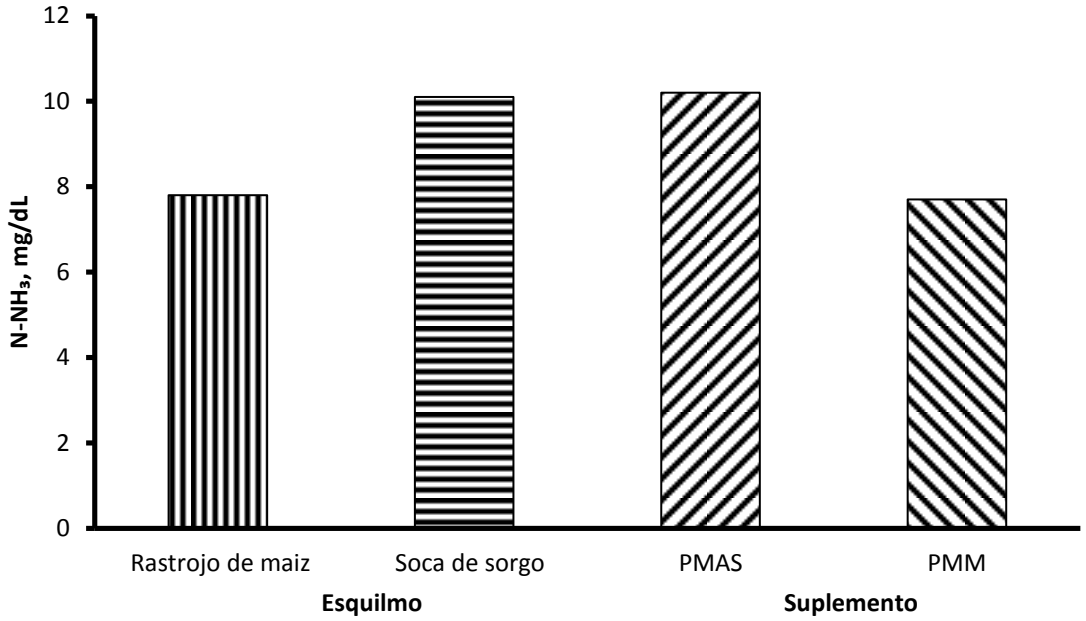


Figura 2. Efectos principales del tipo de esquilmo y suplemento sobre la concentración de nitrógeno amoniacal en cabras en crecimiento (Interacción P= 0.87).

Shreck et al. (2014) reportó una interacción ($P < 0.01$) entre el residuo de cosecha y tratamiento alcalino (Tabla 1). Debido al peso final y la ganancia de peso, reportando los efectos principales. La magnitud de la respuesta en ganancia de peso y peso final como efecto del tratamiento alcalino fue mayor en las dietas con paja de trigo que con aquellas con rastrojo de maíz.

Cuadro1. Efecto de residuo de cosecha y tratamiento alcalino sobre el comportamiento de novillos en crecimiento.

	Rastrojo de maíz		Paja de trigo					
Concepto	Tratada	Sin tratar	Tratada	Sin tratar	EEM	CaO[1]	Esq[2]	CaOxEsq
Peso ini. Kg.	729	729	728	727	0.64	0.59	0.43	0.19
Peso fin, kg	844[b]	834[c]	868[a]	841[b]	2.60	<0.01	<0.01	<0.01
Con. MS, kg/d	16.7	17.7	18-7	16.4	0.43	<0.01	<0.01	0.15
Ganancia, kg	1.67	1.52[c]	2.02[a]	1.63[bc]	0.04	<0.01	<0.01	<0.01
F:G	10.0	10.32	9.25	10.06	--	0.06	0.07	0.18
$/cabeza[3]	-15.01	0.00	-6.80	0.00	--	--	--	--

[1]Efecto principal de CaO + agua o nada.
[2]Efecto principal de tipo de esquilmo (rastrojo de maíz o paja de trigo).
[3]ABeneficio promedio/cabeza con relación al residuo de cosecha sin tratar.
[abc]Dentro de hilera, medias con diferente superíndice son diferentes, en interacción $P < 0.05$.

Los novillos alimentados con rastrojo de maíz mostraron incrementos de 1.9% para ganancia de peso y 3.2% para peso final comparados con rastrojo de maíz sin tratar. Sin embargo, los novillos alimentados con ditas con paja de trigo registraron incrementos de 23.9% para ganancia de peso y 9.8% para peso final al compararse con paja sin tratar. Las diferencias observadas en ganancia de peso y peso final de novillos alimentados con residuos de cosecha tratados y sin tratar son también soportados por la digestibilidad in vitro de la materia seca del rastrojo de maíz tratado y sin tratar (39.6% vs 38.6%) y paja de trigo (43.1 vs 36.1%). En este estudio, alimentar novillos con distas con rastrojo de maíz y paja de trigo registraron un retorno o ganancia neta menor comparadas con dietas sin tartar. La estimada pérdida en rentabilidad se debió al incremento en el costo de la dieta tratada por alcalinización, al incremento en el consumo de materia seca de novillos alimentados con dietas tratadas comparadas con las no tratadas, y al pequeño incremento en ganancia de peso de novillos alimentados con dietas tratadas comparadas con las no tratadas. Los resultados indican que la respuesta al tratamiento con CaO en el comportamiento de novillos en crecimiento depende del tipo de residuo de cosecha. Shreck et al. (2015) encontraron que la digestibilidad aparente de la materia seca, orgánica y FND se incrementó al tratar diferentes esquilmos con CaO en novillos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de alimentar con residuos de cosecha tratados o sin tratar como un remplazo parcial del grano sobre la digestibilidad aparente y consume de nutrientes.

	Olote maíz			Paja trigo		Rastrojo maíz			
Concepto	Cont	Trat	Ntrat	Trat	Ntrat	Trat	Ntrat	EEM	F
Consumo, kg/d									
MS	9.8	9.8	10.4	10.0	9.0	9.4	10.4	0.6	0.46
MO	9.4^{ab}	9.4a,^{b}	9.9^{a}	9.5^{ab}	8.5^{b}	8.9^{ab}	9.9^{a}	0.6	0.02
EE	0.71^{b}	0.69^{b}	0.72^{b}	0.66^{bc}	0.60^{cd}	0.54^{d}	0.80^{a}	0.04	<0.01
FND	2.2^{c}	3.1^{b}	3.6^{ab}	3.1^{b}	3.3^{ab}	3.1^{b}	3.7^{a}	0.2	<0.01
Dig. Aparente, %									
MS	70.3^{abc}	71.9^{ab}	68.9^{abc}	74.7^{a}	66.2^{bc}	74.5^{a}	63.2^{c}	3.0	0.11
MO	72.1^{abc}	74.1^{ab}	69.8^{bc}	78.4^{a}	69.3^{bc}	78.4^{a}	66.3^{c}	2.9	0.04
EE[3]	$85.^{8bc}$	88.5^{ab}	88.7^{ab}	90.2^{a}	84.7^{bc}	89.0^{ab}	82.2^{c}	1.8	0.06
FND	43.9^{d}	63.7^{ab}	55.3^{bc}	68.7^{a}	54.5^{bcd}	68.1^{a}	44.8^{d}	4.6	<0.01

a–d diferente superíndice dentro de hilera, difieren a un nivel de $P < 0.05$.
[1]Trat: residuo de cosecha tratado con 5% CaO y agua para alcanzar 50% MS; NTrat: no tratado, ofrecido en forma nativa.
[2]EEM error estándar de la media más alto en la prueba de F.
[3]EE: extracto etéreo.

CONCLUSIONES

El uso de los residuos fibrosos tiene un gran potencial. El uso de productos químicos y la suplementación normalmente incrementan el consumo y la digestibilidad de los forrajes toscos. El tratamiento alcalinizante y la amonificación son una buena alternativa para incrementar el contenido de nitrógeno en el producto y la digestibilidad de la fibra. La suplementación de los forrajes toscos con nutrientes críticos mejora el comportamiento productivo en rumiantes.

BIBLIOGRAFÍA

Allden, W. 1981. Energy and protein supplements for grazing livestock. In: F. H. W. Morley (Ed.). Grazing Ruminants, Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam. p. 289 – 307.

Berger, L. L., G. C. Fahey Jr., L. D. Bourquin, and E. C. Titgemeyer. 1994. Modification of forage quality after harvest. Pages 922–966 in Forage Quality, Evaluation, and Utilization. G. C. Fahey, ed. Am. Soc. Agron., Madison, WI.

Chenost. M. 2001. Optimizing the use of poor quality roughages through treatments and supplementation in warm climate countries with particular emphasis on urea treatment. *Tropical Feeds and Feeding Systems.* INRA Clermont-Ferrand/Theix, 63122 St Genès en Champanelle, France. 71-92. http://www.fao.org/ag/aga/AGAP/FRG/ECONF95/HTML/CHENOST.HTM. Accesado Julio 1995.

Donkin, S. S., A. C. Headley, H. A. Tucker, P. H. Doane, and M. J. Cecava. 2012. Processed corn stover as a corn silage replacement feed for lactating dairy cattle. J. Dairy Sci. 95:606.

Eng, K. S., Jr. 1964. The value of ammoniated rice hulls as a ruminant feed. Feed stuffs. 36(5):44.

Fahey, G. C., L. D. Bourquin, E. C. Titgemeyer, and D. G. Atwell. 1993. Postharvest treatment of fibrous feedstuffs to improve the nutritive value. In: H. G. Jung, D. R. Buxton, R. D. Hatfield, and J. Ralph, editors, Forage cell wall structure and digestibility. Am. Soc. Agron., Crop Sci. Soc. Am., and Soil Sci. Soc. Am., Madison, WI. p. 715–766.

FAO. 2009. How to feed the world in 2050. http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf

Galyean, M. and A. Goetsch. 1993. Utilization of forage fiber by ruminants. In: H. G. Jung, D. R. Buxton, R. D. Hatfield, y J. Ralph (Ed.). Forage cell wall structure and digestibility, ASA-CSSA-SSSA, Madison, pp. 33-71.

Garrett, W. N., H. G. Walker, G. 0. Kohler, A. C. Waiss, Jr., R. P. Graham, N. E. East and M. R. Hart. 1974. Nutritive value of NaOH and NH3 treated rice straw. J. Anim. Sci. 38:1342 (Abstr.).

Garrett, W. N., H. G. Walker, G. 0. Kohler and M. R. Hart. 1979. Response of ruminants to diets containing sodium hydroxide or ammonia treated rice straw. J. Anim. Sci. 48:92.

Horton, G. M. J. 1979. Feeding value of rations containing nonprotein nitrogen or natural protein and of ammoniated straw for beef cattle. J. Anim. Sci. 48:38.

Klett, R. H., B. G. Maben and L. B. Sherrod. 1972. Ammoniated roughages in steer finishing rations. ICASALS Sp. Rep. No. 104:55.

Klopfenstein, T. J. 1978. Chemical treatment of crop residues. J. Anim. Sci. 46:841–848.

Klopfenstein, T., and F.G. Owen. 1981. Value and Potential Use of Crop Residues and By-Products in Dairy Rations. J Dairy Sci 64:1250-1268.

Kristjanson, P. and E. Zerbini. 1999. Genetic Enhancement of sorghum and Millet Residues fed to ruminants. An ex ante assessment of returns to research. ILRI Impact Assessment Series 3. ILRI (International Livestock Research Institute), Nairobi, Kenya. 52 pp.

Lesoing, G., I. Rush, T. Klopfenstein, and J. Ward. 1980. Wheat straw in growing cattle diets.J. Anim. Sci. 51:257–262.

Lindsey, J. B. 1922. The effect of sodium hydrate upon the digestibility of grain hulls. Sci. 55:131.

Matejovsky, K., and D. Sanson. 1995. Intake and digestion of low- medium- and high-quality grass hays by lambs receiving increasing levels of corn supplementation. J. Anim. Sci. 73: 2156 – 2163pp.

Oji, U. I., D. N. Mowat and J. E. Winch. 1977. Alkali treatment of corn stover to increase nutritive value. J. Anim. Sci.44:798.

Preston, T.R. 1995. Feed resources for ruminants. In: Tropical animal feeding, A manual forresearch workers of the Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, 1995. ISBN 92-5-103758-2

Rounds, W., T. Klopfenstein, J. Waller, and T. Messersmith. 1976. Influence of alkali treatments of corn cobs on in vitro dry matter disappearance and lamb performance. J. Anim. Sci. 43:478–482.

SAGARPA. 2015. Resumen agrícola de la Región Lagunera durante 2014. SAGARPA, Delegación en la Región Lagunera. Publicado en el siglo de Torreón. Resumen Económico Comarca Lagunera 2014. p. 26.

Serrato, C.J.S., Minor, H.T.I., García, S.H.D., y A.H. Hinojosa. 2012. Concentración de nitrógeno amoniacal y ureico en cabras en crecimiento alimentadas con dos esquilmos agrícolas y suplementadas con pollinaza- melaza. XXIV Semana Internacional de Agronomía. Facultad de Agricultura y Zootecnia. Gómez Palacio, Dgo. P. 956-961.

Shreck, A. L., B. L. Nuttelman., C. J. Schnieder., D. B. Burken., C. N. Macken., W. A. Griffin.,G. E. Erickson, and T. J. Klopfenstein. 2014. Alkaline Treated Wheat Straw or Corn Stover Fed to Growing Calves. Nebraska Beef Cattle Report — Page 67-68.

Shreck, A.L., B. L. Nuttelman, J. L. Harding, W. A. Griffin, G. E. Erickson, T. J. Klopfenstein, and M. J. Cecava. 2015. Digestibility and performance of steers fed low-quality crop residues treated with calcium oxide to partially replace corn in distillers grains finishing diets. J. Anim. Sci. 93:661–671

Shreck, A. L., C. J. Schneider, B. L. Nuttelman, D. B. Burken, G. E. Erickson, T. J. Klopfenstein, and M. J. Cecava. 2013. Varying proportions and amounts of distillers grains and alkaline-treated forage as substitutes for corn grain finishing cattle diets. Neb. Beef Cattle Rep. MP98. The Board of Regents of the University of Nebraska, Lincoln, NE. p. 56–57.

Sewell, J.R., L. L. Berger, T. G. Nash, M. J. Cecava, P. H. Doane, J. L. Dunn, M. K. Dyer, and N. A. Pyatt. 2009. Nutrient digestion and performance by lambs and steers fed thermochemically treated crop residues. J. Anim. Sci. 87:1024–1033

USDA Foreign Agricultural Service. Global Agricultural Information. 2014. Mexico 2014 Grain andFeed Annual Grain and Feed Annual . http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Grain%20and%20Feed%20Annual_Mexico%20City_Mexico_3-14-2014.pdf

Waiss, A. C , Jr., J. Guggolz, G. 0. Kohler, H. G. Walker, Jr. and W. N. Garrett. 1972. Improving digestibility of straws for ruminant feed by aqueous ammonia. J. Anim. Sci. 35:109.

ENFOQUE EN LA PRODUCCION Y CONSERVACION DE FORRAJE PARA GANADO LECHERO.

Ing. Salvador Ordaz Vargas

Beta Santa Mónica S.P.R. de R.L. de C.V.

La Comarca Lagunera es la cuenca lechera más importante de nuestro país, diariamente se producen más de nueve millones de litros de leche. La dieta del bovino de leche está basada en forrajes principalmente maíz, alfalfa, sorgo y cereales de invierno estos pueden representar en la dieta de vacas productoras entre un 40 a un 60% del total de la ración mezclada. El porcentaje restante es concentrado cuyos principales ingredientes son maíz rolado, pasta de soya, semilla de algodón y fibra de remolacha entre otros.

Para cubrir la demanda de alimento para el ganado lechero en nuestra región se siembran más de 30,00 hectáreas de forraje al año siendo los principales cultivos maíz, alfalfa, sorgo y avena.

El clima desértico, el cambio climático y la globalización económica han llevado a los investigadores y productores agropecuarios con una visión empresarial a adoptar nuevos modelos de producción los cuales están basados en entender la diferencia entre la eficiencia del proceso la cual se define como la capacidad para alcanzar un resultado y la eficacia del proceso que son los resultados alcanzados contra los recursos utilizados.

Con la adopción de estos modelos de gestión e innovación sustentable se busca la interacción de la tecnología a través de sistemas de procesos en las unidades de producción lo que genera un concepto de agricultura y ganadería estandarizada.

Uno de estos modelos ha sido propuesto por el doctor Gregorio Núñez el cual contempla una producción basada en desarrollar procedimientos de cada actividad además de identificar indicadores de proceso. Se identifican todos los elementos involucrados en la producción de leche, desde la explotación agrícola hasta los establos, considerando los factores suelo, agua, hibrido o variedad, fecha de siembra,

manejo del estiércol, plagas, malezas, fertilización, calidad de forraje y su conservación. En la parte del ganado, alimentación, confort, reproducción y salud entre otros.

Sin duda el identificar los indicadores del proceso es de gran importancia para poder alcanzar la sustentabilidad en la producción de leche y poder reducir el nivel de impacto en el medio ambiente al disminuir por ejemplo la utilización de fertilizantes nitrogenados, aumentar la conversión de kilogramos de materia seca producida de forrajes por metro cubico de agua, producción de forrajes con mayor contenido proteico, energético y con mayor digestibilidad de la fibra neutro detergente además de la disminución de pérdidas por la conservación de los forrajes ensilados y la utilización de la composta de estiércol de bovino para mejorar la fertilidad y retención de humedad en los suelos agricolas.

El enfoque de Beta Santa Monica empresa regional del ramo agropecuario dedicada a la producción de leche se basa en generar una cadena de valor que inicia con la autosuficiencia de forrajes de alta calidad integrándolos a un sistema de producción de leche de alto rendimiento todo esto basado en el desarrollo de habilidades y alto nivel de conocimiento técnico de cada integrante de la empresa adoptando las mejores prácticas para cada actividad.

El grupo técnico de especialistas ha desarrollado los procedimientos operativos para cada área: agrícola, establo, calidad y conservación de forraje.

En la producción de forraje la influencia del clima además de los factores de manejo agronómico más importantes determinan la producción y calidad nutricional.

Con la adopción de programas permanentes de análisis de suelo que permite monitorear el comportamiento de la fertilidad del suelo, la eficiencia de los fertilizantes. La adopción de sistemas de riego tecnificado como por ejemplo sistema de válvulas alfalferas, pivotes centrales y cintilla superficial. El monitoreo de plagas la identificación de umbrales económicos de cada insecto, la utilización de grupos químicos de baja toxicidad además de la implementación de un control integrado de plagas con el uso de feromonas y programa intensivo de control biológico. El seguimiento a la acumulación de unidades calor en cultivo de maíz forrajero en la plataforma de INIFAP para la determinación del momento óptimo de cosecha. Además de la adopción de uso de sensores de campo como spad y Greenseeker que son de utilidad para determinar

la dosis de nitrógeno ideal para el cultivo de maíz o el modelo 4.4.1 índice de nitrógeno que permite identificar el ciclo del nitrógeno en todo el proceso de producción de leche.

La identificación de calidad de forraje con la ayuda del equipo NIRS y la adopción de las mejores prácticas para la conservación de forraje. La implementación de un programa de monitoreo permanente con puntos de control de proceso con indicadores definidos como tamaño de partícula y eficiencia de rolador utilizando las cribas de Penn State, la utilización de hojas de cálculo desarrolladas por la Universidad de Wisconsin que pueden predecir el índice de compactación de una masa ensilada o la hoja de cálculo milk 2006 que puede predecir el potencial lechero de un hibrido de maíz. La utilización de películas plásticas de nueva generación que actúan como una barrera impermeable al oxígeno al forraje conservado en el ensilaje o la cámara térmica para la determinación de pérdidas por calentamiento en la fase extracción de los ensilajes.

Sin duda las empresas que adopten este nuevo modelo de producción serán aquellas que se mantengan de manera permanente, sostenida en el sector agropecuario de nuestro país. Basando su éxito en la integración de la tecnología futura en conjunto con profesionales altamente capacitados y respetando los recursos naturales alineados en un proceso estandarizado de producción de leche sustentable.

RE EVOLUCIÓN AGRÍCOLA

Ingeniero José Antonio Muñoz Vázquez

Director Agrícola. Beta Santa Mónica S.P.R. de R.L. de C.V.

El presente escrito es reflejo de la filosofía de nuestros accionistas, sientan las bases para enmarcar la misión, la visión y los valores de la empresa.

Más allá de estos tres conceptos. Representan el espíritu de cómo debe SER la gente que trabaja en Beta Santa Mónica. No pretende un adoctrinamiento; sino un involucramiento de TODOS en fijar y lograr los objetivos.

No pretendemos ser un ejemplo para nadie. Sin embargo es nuestro deseo que; lo que aquí se expone sirva. para que aquellos conceptos e ideas que gusten tomar y aplicar en su vida diaria les rindan los frutos esperados.

"PROGRESO QUE SE COMPARTE"

Los 5 círculos

Se preguntaran en que consiste y la lección es muy fácil de explicar, al principio complicada de entender y poner en práctica.

Consiste en mantener el equilibrio entre:

Familia, Trabajo, Amigos, Comunidad, Religión.

Si un círculo de estos esta desbalanceado tarde o temprano nos traerá problemas.

El tiempo.

Seamos conscientes que la única cosa que no podemos controlar es el tiempo. Pero si lo podemos utilizar de la mejor manera, en una visión a corto, mediano y a largo plazo.

Consiste en cómo me veo al final de este año, en 5 y en 10 años. La visión debe ser acompañada de los 5 círculos.

Romper Paradigmas

"La agricultura es un libro de 100 hojas y cada año se escribe una hoja"

"con tierra, agua y tractor cualquier… es agricultor"

El Lord Ingles.

Entre 1992 y 1995 recibimos la visita de un lord ingles economista del Banco mundial. Era amigo o conocía a alguno de nuestros accionistas, traían un proyecto de lechería y querían entender el modelo de México. Como siempre al término de cada visita pedimos una retroalimentación y lo que me dijo a tenido un gran impacto en mi vida laboral.

Me dice "no entiendo porque México es un país del tercer mundo. Hoy Salí del hotel al aeropuerto a las 4:00 horas y vi una cuidad en movimiento. Llego a esta ciudad a las 7:00 y

también está en movimiento. Seguramente ahora que regrese voy a ver lo mismo también. No entiendo porque un pueblo que trabaja tanto esta en esta condición"

La pinza y el alambre. Ingenio vs talento

Durante mucho tiempo como mexicanos nos caracterizamos por la chispa. Para nosotros el día de hoy esto no es suficiente. Necesitamos complementarlo con el talento, el estudio, la preparación.

El dato duro vs el yo creo, yo pienso, yo siento

Nuestro trabajo implica tomar decisiones, elaborar presupuestos y su control. Para poder realizarlo correctamente es necesario contar con registros, estadísticas y resultados y solo a partir de ahí definir qué es lo que se debe hacer. Se pretende ser objetivo y evitar la subjetividad.

Del punto A al punto B. Matriz Hoshin Kanri

En matemáticas nos enseñan que la distancia más corta para unir dos puntos es la recta. En la vida real aunque nuestra profesión está en el sector primario. Es necesario que nos veamos como empresarios. Y utilicemos herramientas de planeación más completas que involucren metas, tiempo, procedimientos y recursos. Con esta matriz tenemos que poner todas las actividades que tenemos que realizar para alcanzar nuestras metas. Es decir dedicarle el tiempo necesario a la planeación para que la ejecución sea más sencilla.

Querer, saber, poder. LOGRAR

Existen tres cualidades que aunque no son las únicas pueden definir si una persona puede lograr sus objetivos. Nos referimos a la actitud, aptitud y las habilidades. De estas tres sobresale la actitud como la más importante, asumimos que si no sabes o no puedes se puede aprender y capacitar. Pero si no se quiere entonces simplemente no se avanza.

Eficiencia vs eficacia

Es un concepto que tratamos de aplicar en nuestro día a día y también en nuestros procesos de planeación. La mejor manera de explicarlo es HACERLO BIEN A LA PRIMERA.

Vaso medio lleno

Sin duda alguna este concepto ha servido para medir el grado de optimismo de una persona. Bien por eso. Pero ¿será la mejor manera de ver el contenido del vaso? por ejemplo que pasa si lo vemos medio vacío seremos menos optimistas por ello. O ¿seremos más ambiciosos? Quizá debamos verlo en términos de satisfacción. Me conformo con un 8 o ¿pude lograr algo más? ¿Pero que pasa si falto un día a mi trabajo y mi sueldo no sale completo?

En Beta Santa Mónica hemos tratado de establecer un sistema binario es decir un 1 o un 0 para calificar el logro de los objetivos. Un 1 bien hay que pensar cómo mejorarlo, un 0 tenemos que encontrar que actividades no controlamos o que no hicimos bien. El clima no cuenta.

Quien producirá los alimentos que la población necesita.

Con datos del banco mundial. En 2015 somos 7,263 millones de habitantes en el mundo; para 2050 serán 9,500 millones de habitantes.

La superficie cultivable en el mundo es de 129'733,900 kms cuadrados.

La superficie cultivable por persona en el año 2000 fue de .23 hectáreas; para el año 2012, fue de .20 hectáreas.

La responsabilidad de alimentar al mundo será de los agrónomos

Con estos conceptos en Beta Santa Mónica teníamos una disyuntiva; cambiar radicalmente nuestros procesos productivos, o mejorarlos paulatinamente.

Iniciamos con un juego de palabras

Revolución

Evolución

Buscamos su definición

Revolución.- Cambio brusco y no violento

Evolución.- Proceso gradual de cambios acumulativos

Y decidimos fusionarlas **Re-Evolución**

Realizar los cambios en donde fueran necesarios pero manteniendo y mejorando lo bueno.

Establecimos premisas

- Uso eficiente del agua
- Selección de Híbridos en Maíz y Cultivares de Alfalfa
- Investigar Forrajes Alternativos
- Conservación de forrajes
- Nutrición
- Minimizar los daños al medio ambiente

Uso Eficiente del agua

Trabajar sobre el factor limitante. Bajo esta premisa se establecen políticas de tecnificación cubriendo al momento el 56.6 % del total de la superficie cultivable con sistemas de riego por aspersión de pivote central.

Para calcular las láminas de riego se utiliza estación climatológica propia y también del sistema nacional de estaciones agroclimatologicas del Inifap. Además se obtiene el dato de unidades calor para validar el desarrollo fenológico del cultivo.

Selección de Híbridos de maíz y cultivares de alfalfa.

En el transcurso del tiempo hemos definido mejor que es lo que queremos; al principio queríamos volumen, luego buscamos calidad expresada en el contenido nutrimental, de energía y proteína. En la actualidad complementando lo anterior nos estamos enfocando a la digestibilidad. Particularmente a la digestibilidad de la FND (fibra neutro detergente) y específicamente al contenido de lignina en las plantas.

Investigar forrajes alternativos.

Con el principio que tenemos de no quedarnos quietos, tenemos que hacernos la pregunta ¿las vacas solo comen alfalfa, silo de maíz, silo de sorgo y avena? O ¿podrán comer otro forraje?

Con investigadores del inifap y técnicos de compañías distribuidoras de semillas hemos investigado diferentes cultivos como son: Canola, Remolacha, Sorgos de nervadura café, asociación de cultivos, cebada, y a futuro Maíz de nervadura café.

Conservación de forrajes

Sin duda uno de los temas de más peso específico en la operación de Beta Santa Mónica y que ha sido explicado de una manera muy puntual por el Ingeniero Salvador Ordaz Vargas. Créanlo hacemos todo eso que el explico. ¿Por qué lo hacemos? La razón es simple. ¡Por que se paga!

Les explico ensilamos 170 mil toneladas anuales de diferentes forrajes. Todos los insumos, mano de obra etc. que utilizamos en el proceso de conservación tienen un costo de $ 20.00 por tonelada.

Gastamos $ 3´400,000.00 en Beta teníamos estimado como aceptable una merma del 15% del forraje estimado actualmente andamos en el 8% es decir evitamos la pérdida de un 7%

Que representa eso. El 7% son 11,900 toneladas de forraje. Y supongamos que cuesten $ 750.00 por tonelada. El importe sería de $ 8´925,000.00

Pongamos otro escenario son 11,900 toneladas de forraje. Y si cada hectárea nos da un rendimiento de 45 toneladas de silo de maíz por hectárea entonces dejaríamos de sembrar 264 hectáreas.

Nutrición

¿Nutrir o fertilizar? Es la pregunta y para responderla analicemos nuestras acciones.

Periódicamente sacamos análisis de suelo y de agua. Obtenemos diversos resultados tanto en macro, meso y microelementos. Nos indican niveles de suficiencia o no de cada uno de ellos, el problema es; ¿qué hacemos con ellos? ¿Los utilizamos realmente?

Y si aplicamos la ley del mínimo de Justus Liebig que dice. El nutriente que se encuentre menos disponible es el que limita la producción. aun cuando los demás se encuentren en cantidades suficientes.

¿Estamos nutriendo realmente? La respuesta es no.

Hoy en beta estamos utilizando algunos meso y microelementos como calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso, molibdeno, zinc, boro y cobre.

Actualmente estamos evaluando los beneficios del silicio. Que como nutriente no se menciona en la literatura pero está documentado que con su utilización se fortalecen los sistemas basculares de la planta y también funciona como carrier entre la raíz y las hojas.

Entonces aparece la segunda parte de la pregunta ¿estamos fertilizando?

Cuando hablamos de fertilizar, ¿debemos hablar de la cantidad de abonos químicos que aplicamos al suelo? O de regresarle al suelo su capacidad biológica y química, de modo tal que se restablezcan sus niveles de fertilidad.

La agricultura moderna abuso en el uso de fertilizantes químicos, en la utilización de maquinaria e implementos para labrar el suelo. Ocasionando un deterioro en la estructura del suelo, disminución de organismos biológicos necesarios para la transformación de fertilizantes, y la fijación del nitrógeno atmosférico. Así como en la velocidad de infiltración y capacidad de retención de humedad.

Recordemos la revolución verde de Norman E. Borlaug nació por la necesidad de combatir la hambruna en ciertas partes del mundo. NO para promocionar el uso intensivo de fertilizantes químicos y pesticidas agrícolas.

Minimizar los daños al medio ambiente.

Recordemos que al principio de este escrito hablamos de los 5 círculos, que uno de ellos hacía referencia a la comunidad y que lo enlazábamos al tiempo con la visión a 1, 5 y 10 años.

Cuando el futuro nos alcance

Es una expresión que tenemos en Beta para hacer referencia a que más temprano que tarde tendremos que tomar medidas si es que queremos seguir en la actividad agrícola y en este mundo.

Entonces manos a la obra.

Construimos dos biodigestores para disminuir la emisión de metanos, aquí está en proyecto la utilización del gas para producir electricidad.

Tenemos un programa de elaboración de compostas actualmente a base de estiércol y fibra que se obtiene de los separadores. La producción anual supera las 50 mil toneladas.

Esta composta se utiliza como un mejorador de suelos. En terrenos con baja fertilidad, actividad biológica o salinidad.

En el 90 % de la superficie que sembramos ya no utilizamos el arado. Utilizamos otro implemento que se llama multiarado. Con esto evitamos darle vuelta a la capa arable y enviar los microorganismos de la capa superior a capas inferiores.

Como beneficio adicional al no mover la tierra la eficiencia en la nivelación aumento un 100% es decir como ejemplo si un equipo láser hacia una hectárea de nivelación en un turno de trabajo ahora hace dos hectáreas.

Reducción de emisiones de compuestos orgánicos volátiles. Al establecer programas definidos en nuestros procesos de conservación de forrajes. Tasas de llenado, compactación, y sellado inmediato. Además de un correcto método de extracción se reduce la emisión de COV.

Disminución de óxido nitroso a la atmosfera, nitratos al subsuelo y cuerpos de agua.

Con la utilización de tecnologías que hemos desarrollado en coordinación de investigadores de inifap. Como son la calibración de las curvas para el Greenseeker y la utilización del índice de Nitrógeno 4.0 además de la utilización de fuentes de nitrógeno con el inhibidor de la ureasa o de lenta liberación hemos determinado una eficiencia en la utilización del nitrógeno hasta del 80% la literatura indica como ustedes lo saben que la eficiencia puede variar de un 40 al 60%

Para el año 2016 también en conjunto con el inifap instalaremos dos Lisímetros cada uno con profundidades de 30, 60 y 90 centímetros. El objetivo muy simple saber hacia dónde se está moviendo el nutriente y tratar de encontrar ese 20% que nos falta.

Este es el trabajo y compromiso de Beta Santa Mónica. Empresa que se preocupa en el SER de cada uno de sus colaboradores y en el HACER a partir de un trabajo en equipo como eje rector para el logro de los objetivos.

CULTIVO DEL ARBOL DE MORINGA *Moringa oleífera* Y SUS USOS POTENCIALES.

Ignacio Orona-Castillo[1], Emilio Olivares Sáenz[2], Cirilo Vázquez-Vázquez[1], y Miguel Ángel Gallegos-Robles[1].

[1]Facultad de Agricultura y Zootecnia. Universidad Juárez del Estado de Durango. Domicilio conocido Ejido Venecia, Gómez Palacio, Durango. E-mail: orokaz@yahoo.com [2] Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Escobedo, N.L.

INTRODUCCIÓN

Historia.

De acuerdo a Hsu, *et al*. (2006) aunque el nombre “Shigon” para moringa oleífera se menciona en el “Shushruta Sanhita”, escrito a principios del primer siglo después de cristo, esto evidencia que ésta planta en la India data desde hace miles de años, del contenido de aceite comestible y de su uso para fines medicinales. Es probable que la gente común sabía también de su valor como alimento. Este árbol crece de manera natural en elevaciones que van hasta 1000 msnm. Crece bien en faldas montañosas pero mejor en praderas o a orillas de ríos.

Es un árbol de fácil crecimiento, llegando a crecer de seis a siete m en un año en áreas que presentan una precipitación media anual de 4000 mm. Hasta hace dos décadas en los estados del sur de la India, especialmente en Tamilnadu, Moringa oleífera se cultivaba en patios de casa, delimitando espacios y corrales de manejo ganadero. A principios de los noventas al sur de Tamilnadu, la población comenzó a cultivar la moringa de manera intercalada con sorgo y algunas hortalizas proporcionando protección de los vientos secos del verano a éstos cultivos y un ingreso extra al productor.

Con la migración demográfica del sur al norte de India se incrementó la demanda de productos de moringa. Sin embargo, los intentos por fomentar éste cultivo al norte de India no han sido muy exitosos debida a las amplias variaciones de la temperatura. En todas las condiciones del norte, al cultivo de moringa oleífera no se la hadado la atención necesaria y sistemática.

Las prácticas de producción no han sido las mejores y la población no se ha dado cuenta de que el cultivo es comercialmente viable en zonas áridas. El tabú de que los fantasmas habitan en los árboles de moringa han propiciado la situación descrita. A

pesar de esto, hojas y frutos de éste árbol siguen siendo buscados y utilizados por ricos y pobres. La literatura sobre *Moringa oleífera* señala un árbol siempreverde originario del sur del Himalaya, desde el noreste de Pakistán hasta el norte de Bengala del oeste, en la India (Nasir and Alí, 1972; Ramachandran *et al.,* 1980; Troup, 1921).

Ha sido introducido y se ha naturalizado en otras partes de India, Bangladesh, Afganistán, Pakistán, Sri Lanka, el sureste asiático, Asia occidental, la Península Arábica, África del este y del oeste, Madagascar, el sur de la Florida, las Islas del Caribe y América del Sur, desde México a Perú, Paraguay y Brasil (Jahn *et al.,* 1986; Lahjie and Seibert, 1987; Little *et al.,* 1964; Ramachandran *et al.,* 1980; Vivien, 1990).

Es la especie más conocida del género Moringa que cuenta con 13 especies. Se la conoce con diferentes nombres comunes como: Behenbaum (alemán); West Indian ben (inglés); Benzolive (francés); Sándalo cerúleo (italiano); Moringuiera (Portugal); Cedra (Brasil); Árbol del ben, Morango, Moringa (español); Dandalonbin (Burma); Ángela (Colombia); Marango (Costa Rica); Palo Jeringa, Palo de Tambor (Cuba); Palo de abejas (República Dominicana); Tebebrinto (El Salvador); Sajina (Fiji); Perlas, Paraíso blanco (Guatemala); Saijhan (Guyana); Benzolive, Benzolivier, Ben oleifere (Haiti); Maranga calalu (Honduras); Sahijna, Sarinjna (Hindú); Kalor, Kelor (Indonesia); Névrédé (Malí); Marengo (Nicaragua); Jacinto (Panamá); Malunkai (Filipinas); Resada, Ben, Jasmín francés (Puerto Rico); Nébéday, Sap-Sap (Senegal); Dangap (Somalia); Murunga (Sri Lanka); Ruwag, Alim (Sudán); Kelor (Surinam); La mu (Taiwán); Mlonge (Tanzania); Mupulanga, Zakalanda (Zimbabwe), etc.

En América Central fue introducido como planta ornamental y como cercas vivas. Los romanos, los griegos y los egipcios extrajeron aceite comestible de las semillas y lo usaron para perfume y lociones. En el Siglo XIX, a partir de plantaciones de moringa en el Caribe exportaron el aceite extraído de la semilla hacia Europa para perfumes y lubricantes para maquinaria.

Alcanza de 7-12 m de altura y de 20-40 cm de diámetro, con una copa abierta tipo paraguas y fuste recto. Las hojas son compuestas y están dispuestas en grupos de folíolos con cinco pares de éstos acomodados sobre el pecíolo principal y un folíolo en la parte terminal. Las hojas son alternas tripinadas con una longitud de 30-70 cm (Foidl *et al.,* 2003).

Se trata de un árbol perenne pero poco longevo, que a lo sumo puede vivir 20 años, aunque se han obtenido variedades en la India que son anuales y permiten el cultivo mecanizado. Es una especie de muy rápido crecimiento. Aporta una elevada cantidad de nutrientes al suelo, además de protegerlo de factores externos como la erosión, la desecación y las altas temperaturas.

Las flores son bisexuales con pétalos blancos y estambres amarillos. En el norte de India y por ende, en otras regiones atemperadas florece una sola vez al año (entre abril y junio). Pero puede florecer dos veces al año, como en el sur de India o durante todo el año en lugares donde no hay cambios de temperatura y precipitación a lo largo del año, como sucede en los países caribeños. Las flores son polinizadas por abejas, otros insectos y algunas aves (Jothi *et al.,* 1990; Morton J.F. 1991).

Las frutas son cápsulas de color pardo lineares y de 3 lados con surcos longitudinales de 20 a 45 cm de largo, aunque a veces de 120 cm y de 2 a 2.5 cm de ancho (Little *et al.,* 1964).

Las semillas son de color pardo oscuro, globulares de 1 cm de diámetro con alas con una consistencia papirácea (Ramachandran *et al.,* 1980). Las vainas maduras permanecen en el árbol por varios meses antes de partirse y de liberar las semillas, las cuales son dispersadas por el viento, agua y probablemente animales (Parrota, 1993).

Cuando se almacenan las semillas por más de dos meses disminuyen su poder germinativo (Sharma and Raina, 1982; Verma, 1973). Se puede reproducir por estacas de 1 a 1.40 m de largo, como en el sur de la India, (Ramachandran *et al.,* 1980) aunque para ser trasplantados en regiones áridas y semiáridas conviene obtener el árbol por semilla, porque producirá raíces más largas. Árboles cultivados por su fruta y para forraje se cortan para restringir el desarrollo de la copa y promover el crecimiento de nuevas ramas (Ramachandran *et al.,* 1980). Después del cortado, rebrota vigorosamente dando de cuatro a ocho renuevos por tocón (Nautiyal and Venhataraman 1987).

En el caso de árboles obtenidos por estacas, los frutos aparecen a los seis meses después de plantados (Ramachandran *et al.,* 1980). Se lo puede emplear como cerca viva o cortina rompevientos. Evita la erosión de suelo en zonas con períodos

fuertes de sequía y vientos fuertes. Permite el sembrarlo intercalado con otros cultivos porque da poca sombra y escasas raíces laterales (Becker and Nair, 2004).

En su hábitat natural crece y se desarrolla hasta los 1 400 msnm a lo largo de los ríos más grandes en suelos aluvionales arenosos o guijosos (FAO, 1982; Troup, 1921). En Puerto Rico crece en suelos bien drenados con un pH de 5.5 a 7.5 (Francis and Liogier, 1991).

USOS DE LA MORINGA OLEÍFERA

La importancia del uso como forraje se debe a sus características nutricionales y a su alto rendimiento en producción de biomasa fresca. Sus hojas y tallos presentan un 23% y 9% de proteína cruda, respectivamente mientras que la digestibilidad encontrada fue de 79% y 57%, respectivamente (Foidl *et al.*, 2003). En Nicaragua la productividad de la moringa en biomasa fresca, masa seca y proteína promedio en ocho cortes al año fue la que se ilustra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Productividad de biomasa fresca, masa seca y proteína cruda promedio en ocho cortes por año en Moringa oleífera bajo diferentes densidades de siembra (Edad de la plantación 45 días).

Densidad (pl/ha)	Ton/ha en verde/corte	Ton/ha en seco/corte	Proteína (ton/ha)/corte	% pérdida de planta en la poda
95000	196	2,634	368	0
350000	297	4,158	582	0
900000	526	5,067	9,642	0
1 millón	780	8,315	1,585	1
4 millones	974	12,662	2,405	20
16 millones	259	34,031	6,465	30

Fuente: Foidl, *et al.* 2003. http://www.fao.org/ag/aga/AGAP/FRG/Agrofor1/Foidl16.htm

En la India se usa la madera en forma limitada para lanzaderas y otros instrumentos para la industria textil. La pulpa se emplea para hacer papel prensa, papel

celofán y textiles, como cuerdas, esteras y felpudos (Mahajan and Sharma, 1984; Nautiyal and Venhataraman, 1987). De la corteza se extrae una goma y de esa goma y corteza se extraen taninos para la industria del curtido de las pieles.

Doerr y Cameron (2005) reportaron que las hojas de Moringa oleífera son muy nutritivas. Pueden consumirse en fresco, cocidas o secas. Se puede consumir en polvo agregándose a los alimentos como suplemento nutricional.

Sin embargo, el árbol se valora fundamentalmente por sus vainas tiernas y comestibles de gusto similar al espárrago. En la India se exportan frescas, refrigeradas y enlatadas a lugares donde existen comunidades hindúes (Folkard y Sutherland, 1996).

Las hojas tiernas y las flores también se consumen, crudas o cocidas, ya que son ricas en proteínas, minerales, beta carotenos, rivoflavinas y vitamina C (Bodner and Gereau, 1988; Dahot, 1988; FAO, 1982; Nautiyal and Venhataraman, 1987; Ramachandran *et al.,* 1980). La fruta verde (no madura), flores y hojas contienen del 5-10% de proteína (Szolnoki, 1985).

Las hojas se pueden emplear para obtener biogas. Las podas son necesarias para estimular la producción de hojas frescas, incluso la *Moringa oleifera* admite que se le elimine toda la copa por completo. La leña es un combustible aceptable, ya que proporciona 4600 kcal/kg.

Las semillas tienen gusto a maní al freírlas y se consumen también crudas (Dastur, 1964; Ramachandran *et al.,* 1980). Las raíces poseen un sabor picante y se emplean como aderezo después de peladas, secadas y colocadas en vinagre. La corteza de las raíces se debe eliminar porque contiene “moringina”, una sustancia tóxica del mismo grupo que la efedrina (Morton, J.F. 1991).

La semilla contiene de 31-47 % de aceite. Estudios realizados en Brasil, habiendo extraído el aceite de la semilla seca (39 %) con hexano arrojó un índice de acidez de 7.95 mg KOH/g. Contiene un 7 % de ácido palmítico, 2 % de palmitoleico, 4 % de esteárico, 78 % de oleico, 1 % de linoleico, 4 % de araquídico, y 4 % de behénico (Serra *et al.,* 2007).

Ese alto contenido de ácido oleico significa que ese aceite es adecuado para obtención de biodiesel, con un bajo nivel de insaturación. Ello indica su buena calidad por su estabilidad a la oxidación, facilitando el transporte y almacenamiento.

El aceite además, puede ser empleado para consumo humano, fabricación de jabones, cosméticos, como lubricante de relojes (Ramachandran *et al.,* 1980). La torta se puede emplear como fertilizante ya que es rica en nitrógeno.

Las semillas una vez machacadas, se han usado en comunidades rurales de Sudán, Malawi e Indonesia para tratar el agua y reducir su turbidez y la contaminación bacterial. Es un método eficaz y de bajo costo (Jahn *et al.,* 1986; Sutherland *et al.,* 1989). Las vainas se dejan secar en el árbol, las semillas se desvainan, se trituran y se tamizan utilizando similar técnica a la que se emplea para obtener harina de maíz. El polvo de la semilla bien triturada produce proteínas solubles con carga neta positiva. Actúa como coagulante independientemente del pH del agua. Esta es una gran ventaja en países pobres donde no se cuenta con los medios para medir el pH. La dosis en las soluciones es del 1-3 % (Sutherland *et al.,* 1990). El Cuadro 2 muestra valores comparativos del contenido de moringa oleica vs otros productos.

Cuadro 2. Valores comparativos cada 100 gramos.

Nutriente	Moringa (mg)	Otros alimentos	(mg)
Vitamina A	1,130	Zanahorias	315
Vitamina C	220	Naranjas	30
Calcio	440	Leche de vaca	120
Potasio	259	Plátanos	88
Proteínas	6,700	Leche de vaca	3,200

Fuente: C. Gopalan et al., 1971 Nutritive Value of Indian Foods, Instituto Nacional de Nutrición, India)

Las flores y las raíces contienen pterigospermina, un antibiótico efectivo en la lucha contra el cólera (Lizzy *et al.,* 1968). Durante los dos primeros años produce poco pero a partir del tercer año un solo árbol puede producir de 600 a 1600 frutos por año (Parrota, 2003).

El rendimiento obtenido por hectárea es de 3000 kg de semillas equivalente a 900 kg de aceite por hectárea, comparable con la soja que también rinde 3000 kg de semillas/ha pero sólo el 20% de aceite (Mohammed *et al.,* 2003).

Cosecha de hojas de moringa.

Las hojas de moringa pueden cosecharse en cualquier momento una vez que los árboles se han establecido. Para la cosecha de hojas en las parcelas de producción intensiva, las plantas se cortan a 15-50 cm por encima del suelo. En producción intensiva pueden cosecharse hasta nueve veces al año. Para cosechar hojas de árboles se recomienda cortar el árbol a una altura de 1-2 m durante la temporada de lluvias, de manera que el árbol se pueda recuperar antes de la estación seca.

De acuerdo a Doerr y Cameron (2005) una vez que las hojas se cosechan, deben separarse de los tallos. Las hojas dañadas o descoloridas pueden dejarse de lado para la alimentación animal o abono (Los tallos y las ramas también se puede utilizar como alimento para animales o en compost). Las hojas se enjuagan en agua limpia o una solución de lejía muy débil (1:100) para eliminar la suciedad y los gérmenes.

Las hojas deben secarse en un área protegida de la luz para evitar la pérdida de vitaminas y protegerlas del polvo y la contaminación. Si es necesario, las hojas pueden ser cubiertas con un paño fino o con mosquiteros para ayudar a mantener limpia la hoja durante el secado. El proceso de secado debe ser rápido para evitar el crecimiento de mohos. Pueden usarse deshidratadores, hornos o ventiladores.

Las hojas secas se pueden transformar en polvo con el uso de un mortero y mano de mortero, molinos locales de granos, u otros, o simplemente por el roce de las hojas secas en contra de una malla fina. Una vez que las hojas secas se han transformado en un polvo, el polvo se tamiza para eliminar cualquier resto de los tallos.

El polvo de la hoja de moringa debe almacenarse en recipientes herméticos protegidos del calor, la humedad y la luz. Si el polvo no está suficientemente seco pueden aparecer hongos o mohos que pueden causar problemas de sabor desagradable y perjudicial. Si el polvo almacenado se expone al calor o luz se degradará el contenido de nutrientes. El polvo de la hoja de moringa puede almacenarse durante un máximo de seis meses bajo las siguientes condiciones: Polvo

limpio, seco, almacenado en recipientes herméticos, protegidos de la luz y la humedad, y a una temperatura por debajo de 24 °C.

El polvo de moringa puede agregarse a cualquier alimento o bebida para incrementar el contenido de minerales, vitaminas y proteínas, y dado que el polvo disminuye su capacidad nutritiva al exponerse al calor, éste puede agregarse a alimentos y bebidas para consumirse da manera inmediata.

Extracto de moringa para incrementar producción agrícola.

Price M.L (1985), consignó que el extracto de moringa oleífera puede usarse como hormona de crecimiento vegetal y que su uso incrementa el rendimiento de cebolla, pimiento, soya, maíz, sorgo, café, té, chile y melón entre un 25 a 35 %. Debido a que contiene una sustancia llamada zeatin, una hormona vegetal del grupo de las citoquininas. Su aspersión foliar debe hacerse adicionalmente al uso de otros fertilizantes, buen riego y buenas prácticas agrícolas.

El extracto se hace a partir de brotes jóvenes de moringa (no más de 40 días de edad) junto con un poco de agua (1 litro por cada 10 kg de material fresco); después se filtra de los sólidos utilizando una tela y escurriendo bien el líquido. La materia sólida puede usarse como alimento para el ganado pues contiene de 12-14 % de proteína; se diluye el extracto en agua en una proporción 1:32 y se rocía directamente sobre las plantas. Si el extracto no se utiliza en cinco horas es conveniente almacenarlo congelado hasta que vaya a usarse. Se aplican 25 ml por planta.

ASPECTOS DEL CULTIVO DE MORINGA

Ecología.

Existen 13 especies identificadas de moringa. La más común es moringa oleífera, una especie de crecimiento rápido en zonas tropicales y subtropicales. Crece mejor en temperaturas de entre 25 a 35°C y aunque tolerante a sequía se desarrolla mejor con precipitaciones de 250 – 1500 mm al año, adaptándose mejor a altitudes menores a los 600 msnm, aunque puede sobrevivir a 1200 msnm en el trópico y no es tolerante a inundaciones prolongadas y al mal drenaje de suelos. La moringa prefiere suelos bien drenados arcillo-arenosos con pH de entre 5.0 a 9.0 y puede propagarse por semilla y estacas, (Doer y Cameron 2005).

En su hábitat natural las temperaturas medias anuales presentan grandes fluctuaciones. Durante los meses más fríos soporta temperaturas entre –1 ºC y 3 ºC mientras que en los meses más cálidos de 38 ºC a 48 ºC (Troup, 1921).

La precipitación anual en esa región oscila entre 750 mm a 2200 mm (Nautiyal and Venhataraman, 1987; Troup, 1921). Es muy resistente a la sequía y se cultiva en regiones áridas y semiáridas de la India, Paquistán, Afganistán, Arabia Saudita y África del este donde las precipitaciones alcanzan sólo los 300 mm anuales, donde muy probablemente incluyan algún tipo de riego artificial (Both and Wickens, 1988; Ramachandran *et al.,* 1980).

Otros reportes indican que crece con precipitaciones anuales de 480 a 4 030 mm y una temperatura media anual de 18.0 a 28.5 °C, Duke (1983). Si bien es resistente a la sequía tiene tendencia a perder las hojas en períodos de estrés hídrico. Normalmente florece cuando el árbol ha perdido sus hojas.

Cada especie vegetal se encuentra asociada a una determinada combinación de elementos climáticos que son los más favorables para su crecimiento, así como ciertos extremos de calor, frío o sequía más allá de los cuales el vegetal no puede sobrevivir (Köeppen, 1918).

Condiciones del cultivo de moringa oleífera.

De acuerdo a Foidl, et al (2003) la moringa requiere de suelos franco-franco arcillosos; no tolera suelos arcillosos o vertisoles, ni suelos con mal drenaje. La siembra se puede realizar por semillas o estacas. Las semillas germinan a los 10 días después de la siembra. Las plagas que afectan las plantas inmediatamente después de la germinación son hormigas, el gusano medidor y *Mocis latipes*, normalmente realizan un ataque y no regresan más al cultivo, aunque hay que controlarlo de todas formas para disminuir los daños.

La propagación de moringa de acuerdo a Price M.L (1985), puede ser por semilla y estacas. Las semillas deben sembrarse a una profundidad de uno a dos centímetros y emergen a la primera y segunda semana. La tasa de germinación es elevada pero en semillas con más de dos años de edad la tasa puede ser cero. Las estacas para reproducción de moringa pueden ser de 45 a 100 cm de largo y de 4 a 10

cm de diámetro, debiendo tomarse de las partes leñosas de la planta –normalmente madera del año anterior. Estos trozos se dejan secar por tres días a la sombra y luego se plantan a campo abierto.

CONSIDERACIONES FINALES

Moringa oleífera es utilizada a nivel mundial principalmente como una hortaliza perenne. La calidad nutritiva de sus semillas, tallos y flores comestibles es muy grande. Se está revelando a nivel mundial como un recurso de primer orden y bajo costo de producción para prevenir la desnutrición y múltiples patologías, asociada a carencias de vitaminas y elementos esenciales en la dieta.

La mayor parte de la gente en los países asiáticos y africanos mencionados está interesada en utilizar las hojas ya sean frescas o como polvo seco, para añadir vitaminas y minerales a los alimentos locales.

El extracto de *Moringa oleífera* puede utilizarse en la agricultura orgánica o convencional para incrementar los rendimientos de cultivos hortícolas principalmente; además de poder utilizarse como abono verde al incorporarlo al suelo como mejorador y captador de humedad, así como fertilizante natural por su alto contenido en nutrientes, sustituyendo de esta manera el uso de fertilizantes químicos y alentando así una agricultura orgánica.

Las hojas frescas contienen gramo por gramo: 10 veces más vitamina A que las zanahorias y de la cantidad de vitamina C que tienen las naranjas; 17 veces más calcio que la leche; 15 veces más potasio que los bananos; 25 veces más hierro que la espinaca; 9 veces más proteína que el yogurt.

Moringa oleífera es una planta para producción de alimentos: En la India, se cultiva para la producción de fruta, mientras que en las zonas del Sahel de África sus hojas se consumen como verdura. Debe promoverse la plantación de árboles de moringa por pequeños agricultores, ya que puede mejorar tanto su salud como sus ingresos.

El contenido excepcional en proteínas, almidón, minerales y vitaminas de las hojas de moringa lo ha llevado a usarse como suplemento alimenticio en los programas para combatir la desnutrición y enfermedades relacionadas. Hay planes para usar estos productos en Europa y en los Estados Unidos, en forma de tabletas capaces de

competir con la Spirulina como suplemento nutricional. La investigación también se está llevando a cabo en el facultades del polvo extraído de las hojas para estimular el sistema inmune, en particular con respecto a los pacientes con VIH. M. oleifera es también de interés para la investigación del cáncer, debido a su producción de compuestos con actividad antibiótica, tales como la alfa-4 glucosinolato Lrhamnosyloxy isotiocianato de bencilo.

BIBLIOGRAFÍA

Becker, B and Nair, P.K. 2004. Cultivation of medicinal plants in an Alley Cropping System with *Moringa Oleifera* in the united states Virgin Islands. 1st World Congress of Agroforesty. Orlando, Florida, USA.

Both, F. and Wickens, G.E. 1988. Non-timber uses of selected arid zone trees and srubs in Africa. FAO Conservation Guide 19. Rome: Food and Agriculture Organization. 176 pp.

Dahot, M.U.1988. Vitamin contents of the flowers of *Moringa oleifera.* Pakistan Journal of Biochemistry. 21 (1-2): 21-24.

Dastur, J.F. 1964. Useful plants of India and Pakistan. Bombay: D.B. Taraporebala Sons and Co. 185 pp.

Doerr B. and Lindsay Cameron. 2005. Moringa Leaf Powder. Echo 2007. www.echocommunity.org/.../MoringaLeafPowderSpanish.pdf.

Duke, J.A. 1983. Handbook of Energy Crops. (unpublished). http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Moringa_oleifera.html_ (Sept.2006)

Foidl, N ; Mayorga, L y Cásquez, W. 2003. Conferencia electrónica de la FAO sobre "Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica".

Folkard, G. and Sutherland, J. 1996. *Moringa oleifera*. Agroferesty Today. 8(3): 5-8.

Food and Agriculture Organization. 1982. Fruit-bearing forest trees: technical notes. FAO For. Pap. 34. Rome: Food and Agriculture Organization. 177 p.

Francis, J.K. and Liogier, H.A. 1991. Naturalized exotic tree species in Puerto Rico. Gen. Tech. Rep. SO-82. New Orleans, La: U.S Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 12 pp.

Gopalan, C.; Rama Sastri; B.V. and Balasubramanian. 1971. Nutritive value of Indian foods. Hyderabad, India (National Institute of Nutrition). Revised and updated by B.S. Narasinga Rao; Y.G. Deosthale and K.C. Pant, 1989)

Jahn, Samia Al Azharia; Musnad, Hassan A.; Burgstaller, Heinz. 1986. The tree that purifies water: cultivating multipurpose Moringaceae in the Sudan. Unasylva. 38(2): 23-28.

Jothi, P.V.; Atlura, J.B.; Reddi, C.S. 1990. Pollination ecology of *Moringa oleifera* (Moringaceae). Proceedings of the Indian Academy of Sciences, Plant Sciences. 100(1): 33-42.

Köeppen, W. 1918. A Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag and Jahreslauf. *Petermanns Geogr*. *Mitt*. 64:193-203.

Hsu Rebecca, Sh. Midcap, A. Lucienne. 2006. Moringa oleífera. Medicinal and socio economic uses. International Course on Economic Botany. National Herbarium Leiden. The Netherlands.

Lahjie, A.M.; Seibert, B. 1987. Kelor or horse radish tree *(Moringa oleifera* Lam.). A report from East Kalimantan. [Lugar de su publicación desconocido]: German Forestry Group, Mulawarman University; GFG Rep. 6: 41-43.

Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.

Lizzy, K.S; Narashima Rao, P.L. and Puttaswamy, T.L. 1968. Chemotherapy of bacterial infections. Part 4: Potential anticholera agents. Indian Journal of experimental Biologgy. 6 (3): 168-169.

Mahajan, S and Sharma, Y.K. 1984. Production of rayon grade pulp from *Moringa oleifera*. Indian Forester. 110(3): 303-306.

Mohammed, A.S; Lai, O.M; Muhammad, S.K.S; Long, K. and Ghazali, H.M. 2003. Moringa oleifera, Potentially a New Source of Oleic Acyd-type oil for Malaysia. Investing in Innovation. V3. Bioscience and Biotechnology. Universiti Putra Malaysia. 137-140.

Morton, J.F.1991. The horseradish tree, *Moringa pterigosperma* (Moringaceae) A bon to arid lands? Economic Botany. 45 (3) 318-333.

Nautiyal, B.P.; Venhataraman, K.G. 1987. Moringa (drumstick) an ideal tree for social forestry. 1: Growing conditions and uses. Myforest. 23(1): 53-58.

Nasir; E; Ali, S.I. eds. 1972. Flora of West Pakistan: an annotaded catalogue of the vascular plants of West Pakistan and Kashmir Karachy, Pakistan: Fakhri Printing Press.1028 pp.

Nautiyal, B.P and Venhataraman, K.G. 1987. Moringa an ideal tree for social forestry. 1: Growing conditions and uses. Myforest. 23 (1): 53-58.

Parrota, J. 2003. *Moringa oleifera* Lam. Resedá, horseradish tree. SO-ITF-SM-61. New Orleans, LA: US. Department of Agricultural. Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 6 pp.

Pillai, K.S.; Saradamma, K.; Nair, M.R.G.K. 1979. *Helopeltis antonii* Sign. as a pest of *Moringa oleifera.* Current Science. 49(7): 288-289.

Price, ML. 1985. The Moringa Tree. Ecotechnical Note. http://freedownload.is/pdf/the-moringa-tree-echo-technical-note.

Ramanchandran, C; Peter, K.V; and Gopalakrishman, P.K. 1980. Drumstick (*Moringa oleifera*) a multiporpose Indian vegetable . Economic Botany, 34 (3) 276-283.

Serra, T.M; da Silva, J. P; dos Santos, I. C, Meneghetti, M; Meneghetti, S.M; Wolf, C; E Gossmann, M. 2007. Obtençao do Biodiesel metílico a partir de óleo de Moringa oleifera em presença de catalisador básico e ácido. Anais. 30 º Reuniao Anual da Sociedae Brasileira de Quimica.

Sharma, G.K.; Raina, V. 1982. Propagation techniques of *Moringa oleifera* Lam. En: Khosla, P.K., ed. Improvement of forest biomass: Proceedings of a symposium; Noviembre de 1980 20-21; Solan, India. Solan, India: Indian Society of Tree Scientists: 175-181.

Sutherland, J.P; Folkard, G.K; and Grant, W.D. 1989. Seeds of moringa species as naturally occurring flocculants for water treatment. Science, Technology and Development. 7 (13) 191-197.

Szolnoki, T.W.1985. Food and fruit trees of the Gambia. Hamburg, Germany: Bundesforschungsanstalt fur Forstund Holzwirtschaft. 132 pp.

Troup, R.S. 1921. The silviculture of Indian trees. Oxford, UK: Clarendon Press. 1195 pp. 3 vol.

Verma, S.C. 1973. Studies on the factors affecting seed germination of *Moringa.* Plant Science. 5: 64-70.

Verma, A.N and Khurana, A.D. 1974. Further host records of Indarbela sp (Lepidoptera: Matarbelidae). Harayana Agricultural University Journal and Research. 4(3) 253-254.

SECCIÓN

DE

CARTELES

PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

PRODUCCIÓN DE ALBAHACA (*Ocimum basilicum L.*) CON ESTIÉRCOL SOLARIZADO Y RIEGO POR CINTILLA EN LA COMARCA LAGUNERA

[1]Jorge Mateo Name Castillo; [2]Ignacio Orona Castillo; [2]Cirilo Vázquez Vázquez; [2]José Ángel Maraña Santacruz, [2]Antonio Gallegos Ponce y [2]Judith Puentes Gutiérrez

[2]Profesor Investigador de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango (DEP-FAZ-UJED). [1]Alumno de MAOS-FAZ UJED.
oscar_karenleslie@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El principal origen de la albahaca que se importa en Estados Unidos es mexicano ya que este país concentró el 49% del valor de las importaciones en 2005. Le sigue en importancia Israel con 20%, Egipto con 18% y con participaciones del 3% aparecen Colombia y Perú (Plan Hortícola Nacional, 2006).

En México se produce en los estados de Baja California, Baja California Sur, Morelos y Nayarit (SIAP-SAGARPA, 2010).

Este cultivo reporta una superficie total sembrada de 441.05 hectáreas y una producción de 3,322.6 t ha^{-1}, el rendimiento es de 8.2 t ha^{-1} en verde y un precio por tonelada de $12,769.84, lo que representa un valor de producción de $42, 429,070.38, lo que se traduce en un ingreso total por hectárea de $104,712.68 pesos (SIAP-SAGARPA, 2011), siendo Baja California Sur el estado que establece el precio internacional de la albahaca orgánica (SAGARPA, 2004).

La albahaca en México, no se cultiva a grandes escalas comerciales, por el contrario, su explotación principal se observa a nivel de traspatio, y su aprovechamiento se presenta en climas cálido, semicálido, seco, semiseco y templado.

Esta especie entre otras es de suma importancia, debido a que se utiliza como planta medicinal. Asimismo, la demanda de la albahaca orgánica se ha incrementado, principalmente porque se considera que sus propiedades medicinales aumentan sus efectos benéficos si se asocian a la producción orgánica (Ruíz, *et al.,* 2009).

Un factor de producción para la albahaca es el estiércol solarizado. Ya que el incremento de los precios de los fertilizantes ha impactado notablemente al campo; debido al precio de los fertilizantes se están aplicando nutrientes sólo en un 45% de la superficie de cultivo, que la mayoría de las aplicaciones se realicen en el ciclo primavera-verano con una relación de costo integrado del 10 al 35% de los costos del cultivo. Ante estos precios se requiere de un cambio en los paradigmas de la nutrición de los cultivos, se necesita emplear estrategias de producción enfocadas hacia una agricultura sostenible que considere el uso de abonos orgánicos, para reducir los costos de producción como se comenta al inicio (Fortis *et al.*, 2009). Por lo

anteriormente señalado, se propuso realizar la siguiente investigación que tuvo como objetivo determinar durante dos años consecutivos la respuesta del rendimiento de la albahaca a un suelo con tratado con diferentes dosis de estiércol solarizado bajo riego con cintilla, así como las variables edáficas pH y conductividad eléctrica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este experimento se realizó en el campo agrícola experimental de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango (CAE-FAZ-UJED), localizado geográficamente entre los meridianos 102°22' y 104°47' de longitud oeste y los paralelos 24°22' y 26°23' latitud norte; la altura sobre el nivel del mar es de 1,110 metros. El experimento se estableció en los ciclos primavera verano 2013-2014. Se trabajó en los lotes de un área agrícola en la que previamente se habían depositado 40, 80 y 120 toneladas de estiércol solarizado por hectárea.

El diseño experimental empleado fue el de bloques al azar y se usaron cuatro tratamientos con cuatro repeticiones; un total de 16 unidades experimentales, con una separación de 1 m entre unidad experimental. La unidades experimentales medían 1.20 m por 3 m. En cada unidad experimental se sembró a 30 cm entre planta y 40 cm de distancia entre líneas regantes, para dar un total de 40 plantas por unidad experimental. Se usó un riego con cintilla goteo, en donde será una línea regante para cada hilera de plantas. La variedad que se sembró fue "Nuffar",

Las variables bajo estudio fueron rendimiento en verde, rendimiento en seco, ambos a la cosecha; además pH del suelo, y conductividad eléctrica en los estratos 0-15, 15-30 y 30-60 cm de profundidad. Los resultados se analizaron con análisis de varianza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento del cultivo en verde.

En la Figura 1 se muestra el rendimiento en peso verde de la albahaca en función de los tratamientos para cada año, donde se observa que la mayor diferencia estadística ocurrió en el tratamiento 4, ya que se encontró una diferencia de 5.12 t ha^{-1} de un año a otro. En el tratamiento 1 (control, con cero aplicación de estiércol), el rendimiento también muestra una diferencia estadística similar, pero con una diferencia menor de 3.21 t ha^{-1}. En los otros tratamientos no se encontró una diferencia estadística.

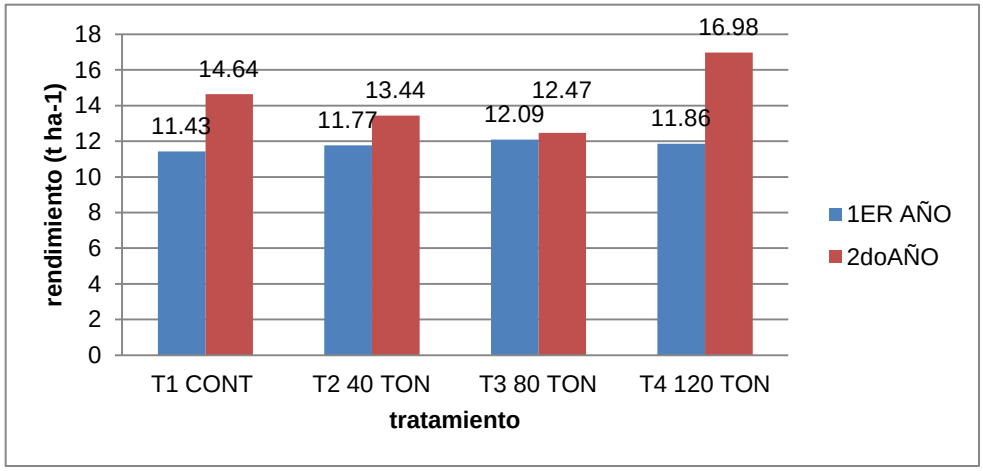


Figura 1. Rendimiento del cultivo en verde de albahaca con tres dosis de estiércol solarizado y un testigo bajo un sistema de riego por cintilla.

Rendimiento en seco.

En la Figura 2, se muestran los rendimientos en seco para cada tratamiento, cabe señalar que, si bien existieron diferencias numéricas de año a año, estas diferencias no tuvieron significancia estadística; contrastando lo anterior con los resultados obtenidos en el rendimiento en verde.

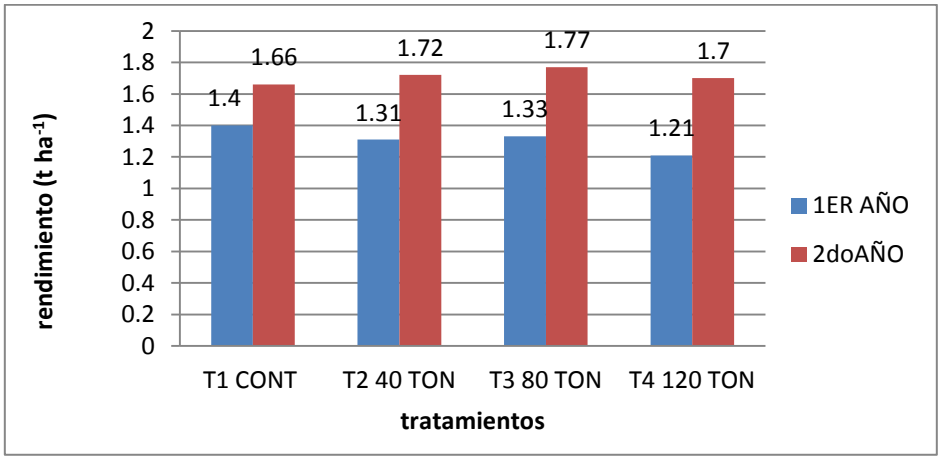


Figura 2. Rendimiento del cultivo en producción de albahaca con tres dosis de estiércol solarizado y un sistema de riego por cintilla.

Potencial Hidrógeno (pH)

Al realizar el análisis de varianza para el potencial Hidrógeno únicamente en el estrato de 0-15 cm se obtuvo una diferencia estadística en el cual el Tratamiento 4 fue el que registró un pH mayor con valor de 8.13, seguido por el Tratamiento 3 y el testigo, en el que se encontró un pH cercano a 7. Al realizar el análisis de varianza ANOVA únicamente en el estrato de (0-15 cm) no se obtuvo diferencia estadística. El tratamiento 3 , fue el que aporto un pH mayor con valor de

7.83, seguido por el tratamiento 1 con 7.82 y después el tratamiento 4 con 7.67 y al final el tratamiento 2 con 7.42 . De manera inesperada la variación en los valores de pH de un año a otro en el tratamiento testigo mostró gran variación, aunque como se puede observar, de manera general existe una correlación positiva entre la profundidad y el valor del pH en todos los tratamientos.

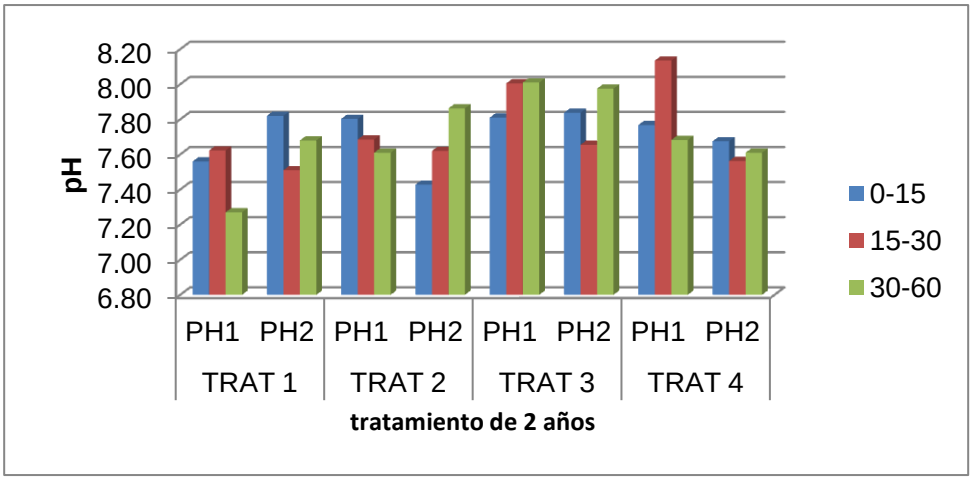


Figura 3. Potencial Hidrógeno (pH) del suelo en la producción de albahaca con tres dosis de estiércol solarizado y un sistema de riego por cintilla (Trat1 Control, Trat 2 40 t ha-1, Trat 3 80 t ha-1, Trat 4 120 t ha^{-1} de estiércol solarizado).

Conductividad eléctrica

Al realizar los estudios de análisis estadístico de la conductividad eléctrica no se encontró diferencia significativa en ninguno de los estratos (0-15, 15-30, 30-60), pero al ser evaluadas éstas por el factor independiente se mostró que en los estratos medios e inferiores (15-30 y 30-60) comparándolos con el primer estrato sí se encuentra una diferencia significativa presente esta que apenas se había instalado el cultivo de albahaca. Al realizar los estudios de análisis estadísticos de la conductividad eléctrica no se encontró diferencia significativa en los estratos (0-15, 15-30, 30-60), pero al ser evaluadas estas por el factor independiente se mostró que en los estratos medios e inferiores (15-30 y 30-60) comparándolos con el primer estrato si se encuentra una diferencia significativa ya que el estrato de (0-15) el tratamiento T1 control (sin ninguna aplicación de estiércol solarizado) con un valor más alto de 4.94 mmhos cm^{-1}de CE y el tratamiento más bajo es el T3 80 ton/ha^{-1} con un valor de 3.42 mmhos cm^{-1}, el estrato de (15-30) fue el que salió más uniforme, porque el tratamiento más alto fue el T4 con 120 t ha^{-1} con una cantidad de 3.75 mmhos cm^{-1} y el más bajo es el T2 40 t ha^{-1} con un valor de 3.08 mmhos cm^{-1} y el estrato de (30-60) fue el de menos valor ya que el más alto fue el T1 control (sin

ninguna aplicación de estiércol solarizado) con 3.41 mmhos cm^{-1} y el más bajo con 2.73 mmhos cm^{-1} esto ya fue al finalizar el segundo año de siembra.

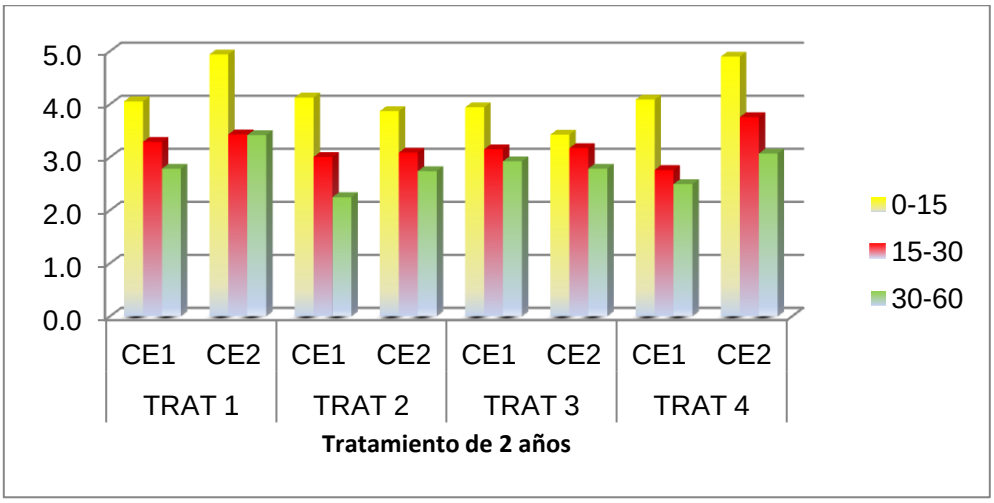


Figura 4. Conductividad Eléctrica (CE) en mmho cm^{-1} en la producción de albahaca con tres dosis de estiércol solarizado y un sistema de riego por cintilla (Trat1 Control, Trat 2 40 t ha-1, Trat 3 80 t ha-1, Trat 4 120 t ha^{-1} de estiércol solarizado).

Materia Orgánica

En los estudios obtenidos de los análisis estadísticos de materia orgánica (MO) se mostró que sí hubo diferencia significativa en el estrato de (0-15) el tratamiento que salió mejor fue el T2 40 t ha^{-1} con un valor de 3.8 de MO superando al T1 control por 1.2 que es el más bajo en los otros estratos (15-30, 30-60), no hubo diferencias significativas ya que no hubo mucha diferencia entre ellas ya que en el estrato de (15-30) en el análisis estadístico el más alto fue el T3 con 80 t ha^{-1}, con un valor de 3.3 y el más bajo fue el T1 control superándolo con .5, en el estrato de (30-60), análisis estadístico el mejor fue T2 40 t ha^{-1} con un valor de 2.9 superando al más bajo que fue el T1 control por un 23.2 %. En el segundo año los estudios arrojados de los análisis estadísticos de MO, se mostró que no hubo diferencia significativa en el estrato de (0-15) el tratamiento que salió mejor fue el T4 120 t ha^{-1}. estiércol solarizado con un valor de 2.08 de MO superando al T3 80 t ha^{-1} que tiene un valor de 1.2 de MO, siguiéndolo el tratamiento 1 control con .86 de MO y por último T2 40 t ha^{-1}. con un valor de .84 de MO, el estrato que sigue es de (15-30) se observó que no hubo diferencia significativa donde el mejor tratamiento fue el T3 80 t ha^{-1}. con un valor de 1.48 MO superando al T4 120 t ha^{-1}. con un valor de 1.34 MO que en el primer estrato fue el mejor, siguiéndolo el T2 40 t ha^{-1}. con 1.20 de MO, y por último el T1 control sin ningún contenido de estiércol con .89 de MO, en el estrato de (30-60) si se presentó diferencia significativa siendo el mejor el T4 120 t ha^{-1} con 1.32 de MO ,después está el T1 control sin ningún contenido de estiércol con .63 de MO, siguiéndolo el T3 80 t ha^{-1} con .56 MO

y el ultimo es el T2 40 t ha^{-1} con .34 de MO siendo el más bajo. Se encontró que en el primer año se aplicaron las cantidades de estiércol ya mencionadas, mientras que el segundo año no se le aplico ninguna cantidad de estiércol, estableciendo el cultivo el segundo año teniendo una buena producción del cultivo de albahaca, pero lo que respecta a la materia orgánica ya el segundo año queda muy pobre el suelo como lo muestra la gráfica mostradas en el escrito.

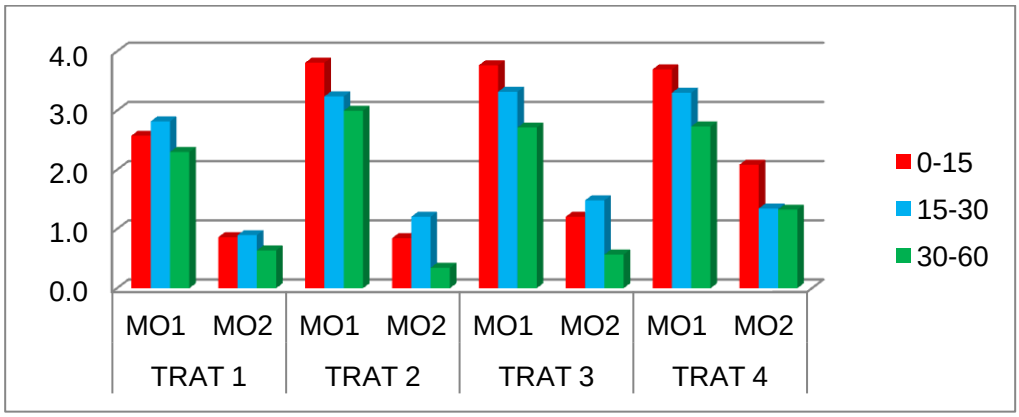


Figura 5. Porcentaje de Materia Orgánica en el suelo en la producción de albahaca con tres dosis de estiércol solarizado y un sistema de riego por cintilla. (Trat1 Control, Trat 2 40 t ha-1, Trat 3 80 t ha-1, Trat 4 120 t ha^{-1} de estiércol solarizado).

CONCLUSIONES

En el presente experimento no se encontró una tendencia positiva entre el incremento en la aplicación de estiércol y el rendimiento en verde y seco de la albahaca.

En a los valores de pH en el suelo, no se encontró una tendencia clara entre la determinación de este valor en los dos años, con respecto a la cantidad de estiércol solarizado aplicado al suelo,

En lo que respecta a la conductividad eléctrica, no se mostró diferencia significativa de un año a otro lo único que se observo fue una pequeña incrementación del primer año al segundo año.

El contenido de materia orgánica mostró diferencias a la baja consistentemente de un año a otro.

BIBLIOGRAFIA

Fortis H. M., J. A. Leos R., I. Orona C., J. L. García H., Salazar S. E., P. Preciado. R., J. A. Orozco V. y M. A. Segura C. 2009. Uso de estiércol bovino en la Comarca Lagunera. En: Orona C. I., Fortis H. M., Salazar S. E., Trejo E., H. I., Vázquez V. C., López M. J. D., Preciado R. P., Zúñiga T. R., Figueroa V. R., y Chavarría G. J. A. (Eds.) 2009. "Agricultura Orgánica, Segunda edición". Capitulo V. Gómez Palacio, Durango, México.

PHN- PLAN HORTÍCOLA NACIONAL. 2006. Visitado el 01 de diciembre de 2011 http://www.cadenahortofruticola.org/admin/bibli/138phn_cap_7_02_albahaca.pdf

Ruíz E. F. H., F. A. M. Beltrán., C. Vázquez V., J. L. García H., E. Salazar S., I. Orona C., B. Murillo A.R Zúñiga T. 2009. Producción orgánica de albahaca (*Ocimum basilicum L.*), en las condiciones de

Baja California Sur, México (estudio de caso). En: Orona C. I., Fortis H. M., Salazar S. E., Trejo E., H. I., Vázquez V. C., López M. J. D., Preciado R. P., Zúñiga T. R., Figueroa V. R., y Chavarría G. J. A. (Eds.) 2009. "Agricultura Orgánica, Segunda edición". Capitulo V. Gómez Palacio, Durango, México.

SIAP-SAGARPA. (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera- Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2010. Visitado el 11 de septiembre de 2011. http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351.

SIAP-SAGARPA. (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera- Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2011. Visitado el 20 de mayo de 2013. http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351.

CALIDAD ANTIOXIDANTE DE LA CALABACITA DESARROLLADA CON DIFERENTES FUENTES DE FERTILIZACIÓN

Alejandro Moreno Reséndez[1¶]*, Abraham Gándara Landero[2], José Luis Reyes Carrillo[1¶], Mercedes Georgina Ramírez Aragón[3¶], María del Rosario Moncayo Luján[3¶]

[1] Integrante del Cuerpo Académico Sistemas Sustentables para la Producción Agropecuaria, UAAAN-CA-14, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – UL.
[2] Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – UL
[3] Integrante del Cuerpo Académico Ingeniería en Biotecnología y Administración de Negocios Internacionales, Clave: UPGOP-CA-1, Universidad Politécnica de Gómez Palacio.
[¶] Integrante de la Red Académica de Innovación en Alimentos y Agricultura Sustentable (RAIAAS) – CIESLAG-COECYT *Autor principal: alejamorsa@yahoo.com.mx;

INTRODUCCIÓN

El proceso de nutrición es esencial para de todas las especies vegetales en desarrollo (Rodas-Gaitán *et al*., 2012). En este sentido su manejo adecuado, a través de la aplicación oportuna de fertilizantes, es una parte del proceso de producción que, en combinación con otros factores – como las condiciones climáticas, calidad del agua a utilizar, etapa fenológica entre otros (Gómez-Hernández, 2002) - fomenta el incremento y la calidad de las cosechas (Ramos-Lara *et al*., 2002). Respecto a la calidad de los alimentos se ha establecido que en las especies vegetales existen compuestos fitoquímicos con reconocida bioactividad como lo son los compuestos fenólicos (CF) (Mongkolsilp *et al*., 2004), además de aportar elementos nutritivos esenciales para las actividades metabólicas del hombre y de otros organismos, estos compuestos tienen efectos benéficos a mediano y largo plazo en la prevención de enfermedades coronarias, cáncer y de cambios hormonales ocurridos en la menopausia femenina (Drago-Serrano *et al*., 2006). Lara-Cortés *et al*. (2014), destacan que los CF, productos del metabolismo secundario vegetal, constituyen uno de los grupos de metabolitos dentro del reino vegetal más numerosos y ampliamente distribuidos, con más de 8,000 estructuras fenólicas plenamente identificadas, y son sintetizados a partir de esqueletos de Carbono (Arámbula-Salazar *et al*., 2010).

En el mismo sentido de la calidad de las especies vegetales, es ampliamente reconocido que los sistemas de producción agrícolas en los que se emplean abonos orgánicos, además de ser la mejor opción para la sostenibilidad del recurso suelo, favorecen que las cosechas obtenidas posean una mejor calidad nutritiva y sin la

presencia de contaminantes nocivos para la salud humana (Félix-Herrán *et al.*, 2008; Trinidad-Santos, s/f). De hecho, se ha establecido que la calidad biológica e inocuidad de las especies vegetales ha sido afectada por el uso indiscriminado y sistemático de los agroquímicos en la agricultura, ya que los productores agrícolas, por usos, costumbres y creencias, pretenden incrementar el rendimiento de los monocultivos incrementando principalmente el uso de los abonos nitrogenados (Terry-Alfonso *et al*., 2009).

Como complemento a lo anterior, respecto a la nutrición vegetal, y en concordancia con lo establecido por Terry *et al*. (2005), han surgido un sinnúmero de alternativas que permiten disminuir las aplicaciones de los fertilizantes inorgánicos, buscando con ello reducir su impacto sobre los agro ecosistemas, además promueven una nutrición vegetal ecológicamente sostenible que tienda a proteger el ambiente sin afectar el rendimiento de los cultivos, de forma tal que se pueda satisfacer la demanda, cada día más creciente a nivel mundial, de alimentos de calidad. En base a lo establecido, y tomando en consideración el supuesto de que las fuentes de fertilización pueden incidir en la calidad de los productos agrícolas, se determinó el efecto de diferentes fuentes de fertilización sobre el contenido fenólico total de la calabacita desarrollada bajo condiciones de invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el ciclo O-I, 2014, en un invernadero tipo cenital del Cuerpo Académico Sistemas Sustentables para la Producción Agropecuaria, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro—Unidad Laguna. La calabacita, (*Cucurbita pepo* L.), híbrido Mona Lisa F1 (Harris Moran Seed Company ®), de la cual se obtuvieron los frutos para determinar el contenido fenólico total, se desarrolló utilizando tres fuentes de fertilización: a) Solución Steiner (T1) aplicada en sustrato de arena de río; b) vermicompost mezclado con arena (VC:A, 2:3, v:v) (T2); y c) la mezcla anterior + Solución Steiner (T3). La composición de la Solución Steiner y el análisis químico del VC empleados se presenta en los cuadros 1 y 2. De la solución Steiner se aplicó 1.0 $L \cdot día^{-1} \cdot maceta^{-1}$, igual volumen de agua se aplicó en T3. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño completamente al azar con siete repeticiones. El agua de

riego presentó una CE de 1.05 $dS \cdot m^{-1}$, RAS de 2.18, pH de 7.7, por lo que se clasificó como C_1S_1, de bajo riesgo de salinización y alcalinización (Ayers y Westcot, 1994).

La cosecha de los frutos, uno por repetición, se realizó cuando éstos alcanzaron un peso y longitud promedio de 225.62 g y 13.0 cm, completamente desarrollados. Esta longitud corresponde a la clasificación México Extra (NMX-FF-020-1982). Los frutos se colocaron en bolsas ziploc (UNLINE ®) y se colocaron en hieleras portátiles para su desplazamiento al Laboratorio de Investigación de la Universidad Politécnica de Gómez Palacio, donde se realizaron los análisis. Inicialmente, los frutos fueron lavados con agua potable durante 2 min para remover residuos. Posteriormente fueron molidos en licuadora y puestos en bolsas ziploc para ser almacenada en ultra congelador a -80 °C hasta la obtención del extracto. Para el extracto se mezclaron 2000 mg de muestra fresca en 10 mL de metanol absoluto en tubos de plástico con tapa de rosca, éstos fueron colocados en agitador Test Tube Rocker (marca UNICO modelo L-TTR-200®) a 20 rpm durante 3 h a 5 °C. Los tubos fueron centrifugados luego a 3000 rpm durante 5 min, y el sobrenadante fue extraído para su análisis.

Cuadro 1. Solución Steiner utilizada durante el desarrollo de la calabacita, híbrido Mona Lisa F1, bajo condiciones de invernadero

Solución	NO_3^-	$H_2PO_4^-$	SO_4^-	K^+	Ca^{+2}	Mg^{+2}	NH_4^+	CE
	Aniones ($meq \cdot L^{-1}$)			Cationes ($meq \cdot L^{-1}$)				($dS \cdot m^{-1}$)
Steiner	12.0	1.0	7.0	7.0	9.0	4.0	0.0	2.0

Steiner (1961)

Cuadro 2. Análisis químico del Vermicompost empleado durante el desarrollo de la calabacita, híbrido Mona Lisa F1, bajo condiciones de invernadero

	CE ($dS \cdot cm^{-1}$)	pH	N (%)	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Zn	Mn
				($mg \cdot kg^{-1}$)							
VC	7.1	7.9	0.95	2229.7	611.8	48.6	5.6	1.8	26.0	12.0	21.2

VC = Vermicompost;

El contenido de compuestos fenólicos totales en extracto metanólico fue determinado aplicando el método Folin-Ciocalteau (Singleton *et al*., 1999). Se obtuvieron 300 µL de la dilución de la muestra y se agregaron 1080 µL de agua destilada y 120 µL de reactivo de Folin-Ciocalteau, se mezcló vigorosamente en vortex a 1500 rpm durante 10 segundos, después se dejó reposar durante 30 minutos exactos.

Transcurrido ese tiempo, se agregaron 0.9 mL de carbonato de sodio al 7.5 % (p/v) y se mezcló vigorosamente en vortex a 2500 rpm durante 10 segundos, luego se dejó reposar a temperatura ambiente durante 30 minutos y se leyó la absorbancia a 765 nm en espectrofotómetro Génesis. El contenido fenólico se calculó mediante una curva patrón usando ácido gálico (Sigma, St. Louis, Missouri, EE. UU) y los resultados se reportaron en miligramos de ácido gálico equivalente por 100 g de muestra base fresca (mg equiv AG•100 g^{-1} mBF). Los análisis fueron realizados por triplicado.

Finalmente, para determinar el efecto de las fuentes de fertilización (tratamientos) sobre el contenido fenólico total se aplicó el análisis de varianza y la prueba Tukey al 5 %. Ambos análisis se realizaron mediante el programa estadístico SAS (SAS, 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Derivado del ANDEVA se determinó que las tres fuentes de fertilización provocaron que el contenido fenólico total fuera estadísticamente igual. La curva estándar del Ácido Gálico con R^2 = 0.9956 se muestra en la figura 1. Los valores de contenido fenólico total registrados en los frutos de calabacita de los tratamientos T1, T2 y T3 fueron: 4.50, 5.09 y 4.56 mg equiv AG•100 g^{-1} mBF, respectivamente. De estos valores se destaca que el contenido fenólico total de los frutos que recibieron la fertilización con vermicompost mezclada con arena superaron en 10.41 % a los frutos de los dos tratamientos restantes. Y de acuerdo con Mongkolsilp *et al*. (2004) el mayor contenido fenólico refleja una mayor y más fuerte actividad antioxidante, por lo que es factible suponer que el consumo de calabacitas podría, como lo destacan Drago-Serrano *et al*., (2006), prevenir el desarrollo del cáncer y de las enfermedades coronarias.

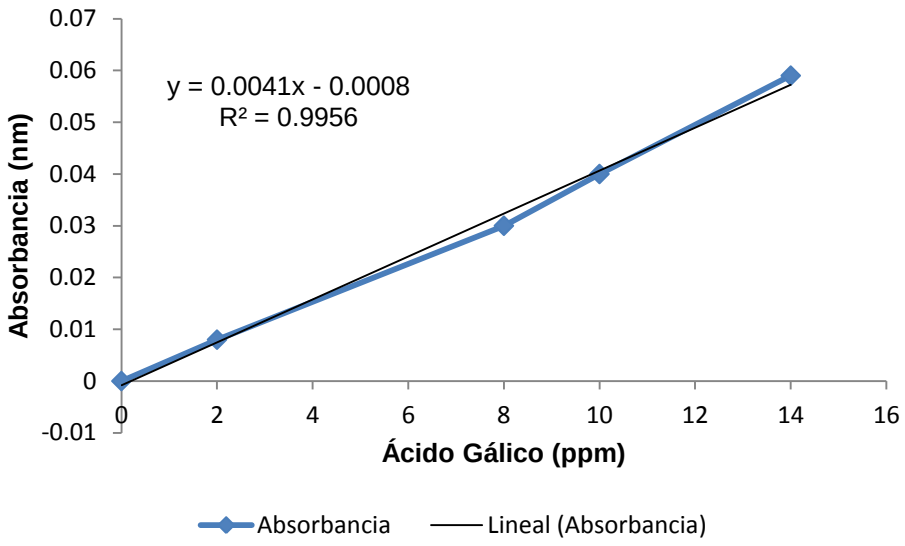


Figura 1. Curva estándar del Ácido Gálico

Los tres valores registrados en el presente experimento superaron ampliamente a los contenidos de fenólicos totales de cinco cultivares de calabacín – Cronos, Cassiope Parador, Natura y Sinatra - que oscilaron 0.007 a 0.016 mg equiv AG•100 g^{-1} mBF (Blanco-Díaz *et al*., 2013). Diferencias que pueden deberse al tipo de cultivar evaluado. Los valores registrados también superaron ampliamente al contenido de 0.2 g equiv AG•100 g^{-1} mBF, reportado para frutos de calabacita por Mongkolsilp *et al*. (2004).

CONCLUSIÓN

Aunque las fuentes de fertilización no generaron el efecto esperado, de favorecer el contenido de compuestos fenólicos en la calabacita, los frutos de *C. pepo* pueden considerase un alimento funcional, pues se demostró que contienen compuestos fenólicos totales.

BIBLIOGRAFÍA

Arámbula-Salazar, J. A., B. I. Ibarra-Salinas, R. F. González-Laredo, O. D. Muñoz-Galindo y H. Hernández-Vela. 2010. Variación estacional de compuestos fenólicos foliares en *Quercus sideroxyla* en diferentes tipos de suelo . Madera y Bosques. 16(3): 2010:49-59 .

Ayers, R.S and D.W. Westcot. 1994. Water Quality for Agriculture, FAO Irrigation and Drainage Paper 29 Rev. 1. FAO. Rome. 174 p.

Blanco-Díaz, M. T., A. Pérez-Vicente, M. del Río-Celestino, A. Fayos y R. Font. 2013. Caracterización morfológica, química y nutricional de variedades comerciales de calabacín recolectadas en dos estados de madurez. In: VII Congreso Ibérico de Agroingeniería y Ciencias Hortícolas. Ref. Nº

C0365. Madrid, España. 6 p. Disponible en: http://sechaging-madrid2013.org/geystiona/adjs/comunicaciones/272/C03650002.pdf. Fecha de recuperación: 10 de julio de 2015..

Drago-Serrano, M. E., López-López, M. y Sainz-Espuñes, T. del R. 2006. Componentes bioactivos de alimentos funcionales de origen vegetal. Rev. Mex. Ciencias Farmacéuticas . 37(4): 58-68.

Félix–Herrán, J. A., Sañudo–Torres, R. R., Rojo–Martínez, G. E., Martínez–Ruiz, R. y Olalde–Portugal, V. 2008. Importancia de los abonos orgánicos. Ra Ximhai. 4(1): 57-67.

Gómez-Hernández, T., 2002. Soluciones nutritivas diluidas para la producción de jitomate a un racimo. Terra 57:63-21.

Lara-Cortés, E., O. Martín-Belloso, P. Osorio-Díaz, L. L. Barrera-Necha, J. A. Sánchez-López y S. Bautista-Baños. 2014. Actividad antioxidante, composición nutrimental y funcional de flores comestibles de dalia. Revista Chapingo Serie Horticultura 20(1): 101-116.

Mongkolsilp, S., I. Pongbupakit, N. Sae-Lee and W. Sitthithaworn. 2004. Radical scavenging activity and total phenolic content of medicinal plants used in primary health care. SWU. J Pharm Sci. 9(1): 32 – 35.

NMX-FF-020-1982. Productos alimenticios no industrializados para uso humano. Fruta fresca. Calabacita. (Cucurbita pepo). Disponible en: http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-FF-020-1982.PDF. Fecha de recuperación: 22 de junio de 2015.

Ramos-Lara, C., G. Alcántar-González, A. Galvis-Spinola, A. Peña-Lomelí y A. Martínez-Garza. 2002. Eficiencia de uso del nitrógeno en tomate de cascara en fertirriego. Terra. 465:469-20.

Rodas-Gaitán, H.A., H. Rodríguez-Fuentes, M.C. Ojeda-Zacarías, J.A. Vidales-Contreras y A.I. Luna-Maldonado. 2012. Curvas de absorción de macronutrientes en calabacita italiana (Cucurbita pepo L.). Rev. Fitotec. Mex. 57:60-35.

Singleton, V.L., R. Orthofer and R.M. Lamuela-Raventos. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Methods Enzymol. 299: 152-178.

Statistical Analysis System (SAS). 1999. User's guide, Release 6th edition, Version 6.12. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. 501 p.

Steiner, A. A. 1961. A Universal Method for Preparing Nutrient Solutions of a Certain Desired Composition. Plant and Soil. 15(2): 134 – 154

Terry, E., Leyva, A., Díaz, M. M. 2005. Uso combinado de microorganismos benéficos y productos bioactivos como alternativa para la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill). Cultivos Tropicales. 26(3): 77-81

Terry-Alfonso, E., Leyva-Galán, Á., Ruiz-Padrón, J. y Díaz-de-Armas, M. M. 2009. Biostan. Un producto natural con efectividad biológica en el cultivo del tomate (*Solanum licopersicon* L.). Revista CENIC. Ciencias Biológicas. 40(2): 89-92.

Trinidad-Santos, A. s/f. 6 Abonos orgánicos. Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural. Subsecretaría de Desarrollo Rural. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 8 p. Disponible en: http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Abonos%20organicos.pdf . Fecha de recuperación: 11 de junio de 2014.

RENDIMIENTO DE CHILE HABANERO CON VERMICOMPOSTA AL SUELO Y FOLIAR

[1]Natanhael Flores González [1]Adrian Fabela Zacarías [1]Damian Aguilera Tapia [1]Leticia Alfaro Hernández [1]Juan Cabrera Reyes Victoria HuitronRamírez[2]

[1]Docente-Investigador del Instituto Tecnológico de Torreón. Email: floresgn@hotmail.com , [2]Carrera Ingeniería Ambiental, Instituto Tecnológico de Colima

INTRODUCCION

En el estado de Coahuila la superficie cultivada de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.*)*, es alrededor de 327 ha, con un rendimiento medio de 12 t ha^{-1} (SAGARPA, 2008). En la Comarca Lagunera, el deterioro ecológico de los suelos agrícolas, tiene diversas causales, y una de estas es el manejo inadecuado y el uso intensivo de los agroquímicos; haciéndose necesario experimentar en abonos orgánicos como la vermicomposta, o humus de lombriz, que constituye una alternativa de características físicas y químicas estables con propiedades de biofertilizante, (Moreno, 2006). La presencia de este humus en los suelos garantiza la reserva de sustancias nutritivas para las plantas, favorece la absorción y retención del agua, facilita la circulación del aire, limita los cambios bruscos de temperatura y humedad, bloquea a muchos compuestos tóxicos y provee alimentos a incontables y minúsculos animales que son la base de la cadena alimenticia. El humus de lombriz o vermicomposta se puede utilizar tanto en forma sólida como líquida, siendo particularmente importante su aplicación en la preparación de suelos y producción de hortalizas, frutales o flores ornamentales. De ahí la importancia de tener información en cuanto al uso y efecto de estos materiales en los principales cultivos de la región. La vermicomposta es el producto resultante de la transformación digestiva y metabólica de la materia orgánica, mediante la crianza sistemática de lombrices de tierra, abono orgánico, inoculante microbiano, enraizador, germinador, sustrato de crecimiento, entre otros usos (NMX-FF-109-SCFI-2007). Favorece e incrementa la actividad biótica del suelo, también puede incrementar la producción de frutas, hortalizas y otros productos agrícolas (Moreno, 2008). Esta alternativa permite en un momento dado evitar el uso indiscriminado de fertilizantes inorgánicos, que finalmente provocan alteraciones perjudiciales no solo al suelo sino al ambiente. El uso de vermicomposta es muy variado; puede usarse como mejorador del suelo o también como sustrato para el crecimiento de plantas, en la germinación de semillas, soporte para inoculantes microbianos, material con capacidad para suprimir fitopatógenos, biogenerar suelos degradados e incluso recuperar suelos contaminados en invernaderos o viveros, además de un aporte importante de nutrientes (Rodríguez *et al.*, 2007). La adición de ácidos húmicos extraídos de la

vermicomposta de distintos animales (vaca, conejo, oveja y chivo) utilizando a *Eisenia foetida*, permite la aportación de nitrógeno y favorece la estructura al suelo (Raviv *et al.*, 2007). Los beneficios del uso de la vermicomposta, en comparación con el uso de fertilizantes químicos, aumenta la productividad de la cosecha, mejorando también el ambiente del suelo (González *et al.*, 2013). Debido a las múltiples cualidades del humus de lombriz, éste se utiliza cada vez más en todo el mundo. En México año con año se está incrementando el uso de la vermicomposta como abono orgánico, siendo la base fundamental para la nutrición de una gran diversidad de hortalizas y especies aromáticas (González *et al.,* 2013). De manera foliar se han realizado aplicaciones de hasta 5 litros de lixiviado de manera semanal, con esto, se garantiza aun más una nutrición más completa (Albert *et al.*, 2012). El aplicar lixiviados de lombriz de manera foliar, no solo ha funcionado como aporte de nutrientes, sino que también ha dado resultados como insecticida, ya que al realizar las aplicaciones se han observado insectos muertos, sirviendo también además, como un producto que previene ciertas plagas. Indudablemente que al utilizar los lixiviados de manera foliar, se reduce la aplicación de productos para controlar plagas y enfermedades en diversas especies. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el uso de lixiviado de lombriz al suelo y vía foliar en la producción de chile habanero, con el propósito de mejorar el rendimiento y determinar el contenido de macronutrimentos.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se estableció durante el ciclo primavera-verano de 2014 en terrenos correspondientes al Ejido La Concha Municipio de Torreón, Coahuila. Se encuentra en la Comarca Lagunera, ubicado geográficamente entre 24°30´27´´ Latitud Norte y entre 102°105´ Latitud Oeste respecto del Meridiano de Greenwich (SAGARPA, 2008). Se ubica a una altura de 1,120 msnm. Los suelos son de origen aluvial, profundos (mayores de 50 cm) drenaje rápido, textura franco-arcillosa, a franco arenoso, de fertilidad mediana y salinidad de moderada a fuerte. La incorporación de fertilizantes se realizó a través del sistema de riego mediante la técnica de la fertirrigación. El clima del sitio de estudio es un clima seco semicálido BWH, (García, 2004), con invierno fresco y con lluvias en verano, con precipitación anual de 100-300 mm. Los tratamientos fueron los siguientes: lombricomposta liquida al suelo mas 5 litros de vermicomposta vía foliar; T1. – 200 lt ha^{-1}+ foliar, T2. – 400 lt ha^{-1}+ foliar. T3. – 600 lt ha^{-1}+ foliar, T4. testigo experimental con fertilizante químico (250-100-00 de NPK). La lombricomposta se elaboró mediante la descomposición de la materia orgánica de estierco bovino realizada por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), en el lombricario del ITT. (Moreno y Moral, 2008). El

abono liquido se aplicó una vez por semana 10 días después del trasplante en dosis del 10 % del total de cada tratamiento en el sistema de fertirrigacion y el testigo experimental fue con aplicación del 20 % de la dosis cada 15 días iniciando a los 10 días despues del tratamiento (ddt). La vermicomposta foliar se aplicó semanalmente 10. Las dosis que se utilizaron fue por medio de la consulta de literatura (Rodríguez *et al*., 2007) y por experiencia personal de los autores. La variedad de habanero fue Jaguar y el trasplante se realizó cuando las plántulas alcanzaron los 15 cm de altura, a una distancia de 0.30 m entre plantas y de 1.00 m entre surcos y cada unidad experimental comprendió tres surcos donde se muestreo el surco central. El diseño experimental fue bloques al azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Las plantas se muestrearon a los 100 días después del trasplante. Las plantas muestreadas se fraccionaron en hojas, tallos, peciolos y frutos; se lavaron y desecaron en estufa de aire forzado a 70° C hasta peso constante. Se pesaron las distintas fracciones y se prepararon para el análisis químico. En cada fracción vegetal se determinaron N, P, K, Ca, Mg y S. Las variables evaluadas fueron rendimiento en kilogramos por planta, altura de la planta, diámetro del tallo, calidad de fruto y contenido nutrimental. Los resultados fueron sometidos a un análisis estadístico con el paquete SAS, (2012). Los contenidos nutrimentales de la vermicomposta usada se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Propiedades químicas del lixiviado (%) utilizado en el experimento.

M. O.	Ph	N	$P_2 O_5$	$K_2 O$	C/N	ÁH	ÁF
51.3	7.2	2.95	2.11	2.82	14	14	6

Densidad= 1.500 gramos por litro. AH=Ácidos Húmicos, AF=Ácidos Fulvicos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de planta: Las plantas tratadas con 600 lt ha^{-1} + lixiviado foliar (T3) alcanzaron la mayor altura 68 cm, superando al resto de los demás tratamientos. El tratamiento que reporto la menor altura fue el testigo con 42 cm. López *et al.* (2012) señalan que la aplicación de la vermicomposta tiene un efecto positivo, los lixiviados que con un mayor contenido de Nitrógeno favorecen el crecimiento, dado el papel que juega el mismo en un gran número de compuestos orgánicos de importancia para las plantas. Investigaciones realizadas por González *et al*. (2013) con aplicaciones de abonos orgánicos (vermicomposta) se incrementó en 48% en la altura de la planta. Moreno, (2006) reporta que con el uso de 50 $t \cdot ha^{-1}$ de composta, el cultivo de chile habanero alcanza una mayor altura (73.20 cm) de las plantas.

Diámetro del tallo: Los tallos con mayor diámetro se observaron en el tratamiento de lombricomposta + foliar (T3) con 2.985 cm, superando a los demás tratamientos, con respecto al testigo (T4). Estos resultados concuerdan con los reportados por López *et al*. (2012) quienes afirman que la aplicación de lombricomposta tiene un efecto positivo sobre el crecimiento del tallo en plantas de chile morrón (*Capsicum annuum* L.), mientras Nieves *et al.* (2013) sugieren que con la incorporación de lombricomposta en el cultivo de chile jalapeño se tiene un incremento en el engrosamiento del tallo.

Rendimiento de frutos: Las plantas tratadas con lombricomposta (T3) y el testigo (T4) obtuvieron rendimiento de 1,068 g por planta y 780 g por planta respectivamente, (Cuadro 2). Por otra parte Raviv *et al*. (2005) y Sanders *et al*. (2006) mencionan que los nutrimentos de origen orgánico cubren los requerimientos parciales de los cultivos hortícolas. López *et al.* (2012) obtuvieron un mayor incremento del rendimiento del chile (*Capsicum chínense* Jacq.) al aplicar 25 t ha^{-1} de abono orgánico. De acuerdo con Moreno (2008), los abonos orgánicos además de aportar nutrimentos a las plantas mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, incrementando la producción unitaria de chile, mejorando la calidad del fruto (León *et al.,* 2012). Por su parte, Aram y Rangarajan (2005) mencionan que en los abonos orgánicos, del 70 al 80% de fosforo y del 80 al 90% de potasio, esta indisponibles en el primer año.

Cuadro 2. Variables importantes y rendimiento, Vermicomposta liquida.

Tratamientos	Altura de planta	Diámetro de tallo	Área foliar	Gramos por planta	Rendimiento tonha^{-1}
1.- 200 lt ha^{-1}	56	2.148	398	864	28.512
2.- 400 lt ha^{-1}	62	2.549	384	972	32.076
3.- 600 lt ha^{-1}	68	2.985	497	1068	35.244
4.-250-100-00	42	1.898	311	780	25.740

Concentración y extracción de nutrientes: *Nitrógeno:* La concentración foliar en la etapa de producción (85 días después del trasplante) fue del 5.96 % para el tratamiento 3 similar a la obtenida por Bhella (1989). En tallos, el contenido de N disminuye con la edad de la planta tendiendo a mantenerse uniforme en el período de recolección de los frutos.

Fósforo: Es el macronutriente menos absorbido por el cultivo. La evolución de la concentración foliar en el período de cultivo se caracterizó por una tendencia ascendente hasta los 35 días

después del trasplante, descendiendo posteriormente hasta el final del período de cultivo hasta 0.65 % (Jones, 1998).

Potasio: Es el macronutriente absorbido en mayor medida por el cultivo. La concentración de potasio en hoja presentó una evolución descendente con la edad de la planta, coincidiendo con lo expuesto por Wilcox (1993). La concentración de potasio en el período medio de cultivo fue del 3.78 % (sobre materia seca), inferior a lo obtenido por Bhella (1989).

Calcio y magnesio: Las hojas son los órganos de mayor concentración de calcio y magnesio durante todo el ciclo de cultivo, presentando los frutos los porcentajes más bajos. Las concentraciones en el período medio de cultivo fueron de 4.62 % para el T3 y de 1.59 % en el T4 de calcio y 1.00 % de magnesio, muy inferiores a los valores reflejados por Wilcox (1993). Siendo las hojas las que acumularon la mayor cantidad de calcio y el magnesio.

CONCLUSIONES

Las hojas presentan los contenidos más altos en N, Ca y Mg, los frutos en P y los tallos en K. Durante el ciclo de cultivo, los porcentajes más elevados de N, P y K se producen en las fases iniciales de crecimiento, coincidentes con la floración inicial, descendiendo posteriormente hasta la primera recolección comercial, a partir de la cual los contenidos tienden a mantenerse constantes. La mayor parte de los nutrientes N, P y K se acumula en los frutos, mientras que la de Ca y Mg se almacena en las hojas. El mejor tratamiento fue el T3 con 600 lt ha^{-1} de lixiviado de lombriz aplicados en el sistema de fertirrigacion + 5 litros de lixiviado de lombriz vía foliar con un rendimiento de 35.244 ton ha^{-1} de chile habanero con aceptable calidad de fruto. Los fertilizantes orgánicos ejercen un efecto positivo sobre la altura y diámetro del tallo de la planta de chile habanero ya que obtuvieron mejores resultados que las plantas testigo. Con el empleo de estos lixiviados se puede obtener plantas más vigorosas y elevar los rendimientos, evidenciándose la capacidad real de su utilización como alternativa de fertilización en condiciones de campo, además se obtiene un elevado efecto económico en el cultivo de chile habanero, ya que reducen los costos y gastos de producción.

BIBLIOGRAFIA

Albert, N., Nazaire, K. and Hartmut, K. 2012. The relative effects of compost and non-aerated compost tea in reducing disease symptoms and improving tuberization of *Solanum tuberosum* in the field. *Int. J. Agric. Res. Rev. 2*: 504-512.

Aram, K. and A. Rangarajan. 2005. Compost nitrogen fertility managemet of bell pepper in a dripirrigated plasticultura System. HortScience 40 (3): 577-581.

Bhella, H. 1989. Lime and nitrogen influence soil acidity, nutritional status, vegetative growth and yield of muskmelon. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(4):606-610. [Links]

García, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de 352Koppen. Instituto de Geografía. UNAM. Quinta edición; serie de libros. 69 353p.

González, S. K. D., Rodríguez, M. Ma. De las N., Trejo, T. L. I., García, C. J. L. y Sánchez. E. J. 2013. Efluente y té de vermicompost en la producción de hortalizas de hoja en sistema NFT. INVERCIENCIA. DEC, VOL. 38 Nº 12. Pág. 863-869.

Jones, J. B. Jr. 1998. Manual Plant Nutrition. CRC Press. Boca Raton. Boston, London, New York, Washington.

López, A, M., Poot, M. J. E. y Mijangos, C. M. A. 2012. Respuesta del chile habanero (C*apsicum chinense* l. Jacq.) al suministro de abono orgánico en Tabasco, México Revista Científica UDO Agrícola 12 (2): 307-312.

Moreno, C. J. y H. R. Moral. 2008. Compostaje. Edit. Cient. Compostaje. Madrid. España. Ediciones Mundi-Prensa. 570 p.

Nieves, G. F., Santiago, G. A. y Luna, E. G. 2013. Técnicas sustentables para el manejo de la producción del chile habanero. *Revista Bio Ciencias.* 2(3): 98-101.

NMX-FF-109-SCFI-2007, (2008). Norma Oficial Humus de lombriz. Especificaciones y método de prueba. México: Secretaria de Comercio y Fomento Industrial.

Raviv, M., Y. Oka., J. Katan., Y. Hadar., A. Yogev., S. Medina., A. Krasnovsky and H. Ziadna. 2005. High nitrogen compost as a medium for organic agriculture container-growth crops. Bioresource Technology 96 (4): 419-427.

Rodríguez, D. N., R. P. Cano, V. U. Figueroa., G. A. Palomo., C. E. Favela R. V. Álvarez., H. C. Márquez y R. A. Moreno. 2007. Producción de tomate de invernadero con humus de lombriz como sustrato. Rev. Fitotec. 31 (3): 265-272.

SAGARPA. 2008. Dirección General de Estadística Agrícola. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Delegación Coahuila. México. 25 p.

SAS (2012). *SAS/STAT®User's Guide*. Version 9.3. SAS Institute Inc., Cary, NC, EEUU. *Plant Soil 15*: 134-154.

Sanders, D. C., L. M. Reyes., D. W. Monks., K. M. Jenninds., F. J. Louws and J. G. Driver. 2006. Influence of compost on vegetable crop nutrient management. HortScience 40 (3): 509.

Wilcox, G. 1993. Tomato. In: Nutrient deficiencies and Toxicities in crops plants. W. Bennett. APS. (Eds.). Press, Minnesota. pp. 137-141.

INJERTO DE APROXIMACION EN MELON (Cucumis melo L.) SOBRE DOS PORTAINJERTOS DE CALABAZA BAJO CASA SOMBRA RUSTICA

[1]Adrian Fabela Zacarías, [1]Damian Aguilera Tapia, [1]Juan Cabrera Reyes, [1]Leticia Alfaro Hernández, [1]Natanhael Flores González, [2]Natividad Manuel Gómez Ochoa y [3]Haydee Torres Díaz

[1]Docente-Investigador del Instituto Tecnológico de Torreón. Email: fundamentos@live.com.mx [2]Alumno Tesista de la Carrera de Ingeniería en Agronomía del Instituto Tecnológico de Torreón [3]Docente-Investigador de la Brigada de Educación para el Desarrollo Rural N° 40

INTRODUCCION

México es el octavo productor mundial de melón (Espinoza *et al*., 2011), ya que se siembran aproximadamente 19 mil hectáreas del cultivo de melón (*Cucumis melo* L.). Tres de cada cuatro dólares que México obtiene por concepto de exportación de melón proviene de los Estados Unidos (Espinoza *et al*., 2011). Sin duda alguna Coahuila es el estado con mayor superficie sembrada bajo riego, con 4,678 hectáreas y 30.993 t ha^{-1} de rendimiento (SIAP, 2014). Por ende, este cultivo representa una fuerte derrama económica por el pago de jornales para su manejo, cosecha y empaque (Nava y García, 2008). En el cultivo de hortalizas, como defensa contra diversos problemas bióticos (enfermedades del suelo y nematodos) y abióticos (déficit hídrico, encharcamiento, temperaturas extremas, salinidad, etc.), se plantea la práctica del injerto en variedades con alto potencial productivo (Rojas y Riveros, 2001). Su empleo incrementa la tolerancia de las plantas a los nematodos y las enfermedades del suelo, incrementa la resistencia a la sequía y mejora la absorción de agua y nutrientes, cuyo resultado final es un mayor vigor en la planta, Francisco *et al*. (2008), favoreciendo con ello el desarrollo de la agricultura sustentable del futuro. A la par con el déficit de agua para riego por el que atraviesa el campo, el cultivo intensivo ha propiciado la presencia de enfermedades en los suelos agrícolas agravando la situación, considerándose por ello prioritario buscar nuevas técnicas de producción en el sector agrícola, siendo el uso del injerto una técnica innovadora en nuestro país (Francisco *et al*., 2008). Al considerarse la técnica de injerto una alternativa eficaz, se le ha reconocido en el ámbito agrícola regional por su efecto no contaminante. Debido a los buenos resultados que se han obtenido utilizando el injerto en las diferentes hortalizas, es empleado como medida alternativa al uso del bromuro de metilo en instalaciones de cultivo protegido

(Leonardi y Romano, 2004). Según estudios realizados por Miguel *et al.* (2007), en algunos casos se ha detectado una falta de afinidad entre las variedades tradicionales de melón y los patrones habitualmente utilizados (cucúrbita máxima x cucurbita moschata). El principal objetivo de las plantas injertadas ha sido lograr el control de enfermedades provocadas por organismos del suelo, tales como *Fusarium* sp., *Verticillium* sp. y *Pyrenochaeta* sp., haciendo uso de patrones tolerantes a dichos patógenos (Camacho y Tello, 2008; López *et al*., 2006). Este incremento en el vigor, que generalmente proporciona el patrón sobre la variedad, permite utilizar un menor número de plantas por unidad de superficie (Miguel *et al*., 2007). López *et al.* (2009), concluyeron que el número de hojas en las plantas injertadas varía con la técnica de injerto, obteniéndose un mayor número de hojas en el injerto de aproximación, independientemente del patrón utilizado. En este contexto, el uso del injerto representa una técnica alternativa en el país (López *et al*., 2006). El objetivo principal del presente trabajo fue evaluar la técnica de injerto en melón híbrido utilizando dos patrones de calabaza bajo condiciones de casa sombra rústica y su efecto en rendimiento y calidad.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo de investigación se realizó en el 2015 en una casa sobra rústica, ubicada en el ejido La Crisis del Mpio. de Matamoros Coah. en la Comarca Lagunera la cual se localiza en la parte central de la porción norte de los Estados Unidos Mexicanos. Se encuentra ubicada en los meridianos 102° 22´ y 104° 47´ longitud oeste, y los paralelos 24° 22´ y 26° 23´ latitud norte (SIAP, 2014). La altura media sobre el nivel del mar es de 1,139 msnm. Según la clasificación de Köeppen modificado por García (2004), el clima es seco desértico o estepario cálido con lluvias en el verano e invierno frescos. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar, con 3 tratamientos y 20 repeticiones. Se evaluó un híbrido de melón (Cruiser) sobre dos portainjertos de calabaza (Súper Shintosa y Cucúrbita Máxima), y el correspondiente testigo sin injertar. Cada unidad experimental estuvo constituida por 1 planta, para todo el experimento fueron 60 macetas. Los tratamientos se distribuyeron con Cruiser, combinado con los dos patrones de calabaza que nos generan 2 tratamientos más el testigo, por lo que se tienen 3 tratamientos, todo con el método de injerto de aproximación (Tabla 1).

Tabla 1. Tratamientos a evaluar en el cultivo de melón Híbrido Cruiser.

Tratamientos	Hibrido	Patrón o Portainjerto
Tratamiento 1	Cruiser	Súper Shintosa
Tratamiento 2	Cruiser	Cucúrbita Máxima
Tratamiento 3	Cruiser	Testigo Sin Injertar

La semilla de melón híbrido cruiser, fue sembrada el día 18 de febrero de 2015 en charolas de semillero de 200 cavidades, colocando una semilla por cavidad. La siembra de los portainjerto se llevó a cabo el 27 de febrero. El injerto se realizó el día 12 de marzo de 2015, siguiendo la técnica descrita por Camacho (2009). El trasplante fue el 28 de marzo del 2015, se utilizó como sustrato tierra de monte. El sistema de riego fue por goteo-cintilla. Mediante la técnica de fertirrigación se realizó la incorporación de los fertilizantes. Se evaluó peso de fruto, longitud de guía, diámetro polar y ecuatorial, Solidos Solubles Totales (Davis *et al*., 2008). En todos los casos, para la comparación de medias se usó la prueba de DMS al 5%. Las variables fueron analizadas estadísticamente mediante el programa PROC. GLM de SAS (SAS Institute, 2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cosecha. La cosecha del fruto se inició a los 69 días después del trasplante y no alcanzo a terminar su ciclo largo que es aproximadamente a los 130 días después del trasplante por los problemas que se presentaron. El problema que se tuvo con el sustrato fue que por la característica de ser muy arenoso no retiene humedad y no fueron suficientes los riegos que se aplicaron y por otro lado como fue bajo el sistema de fertirrigacion (riego por goteo), por lo tanto tampoco los nutrientes estuvieron siendo aprovechados de forma óptima por el cultivo debido a que se infiltraban rápidamente, esto sucedió porque no se tuvo precaución en conocer las características del sustrato a utilizar antes de decidir su uso en el experimento. La cosecha se realizó cuando el melón estuvo completamente rallado y de un color amarillo, además de que el fruto es desprendido fácilmente del pedúnculo. Los cortes que se hicieron fueron dos debido a que se presentaron problemas con el suministro de agua y con el sustrato utilizado. En el cuadro 2 se presentan valores de parámetros de calidad y rendimiento donde se observan medidas bajas para diámetro polar y ecuatorial debido a que el fruto no

alcanzo las medidas de tamaño normal. La concentración de SST (Solidos Solubles Totales) resulto aceptable para los tres tratamientos. El rendimiento en kilogramos por planta se presentó de la siguiente manera; T1 con portainjerto Súper Shintosa fue el mejor con 5.415, seguido por el T2 con portainjerto Cucúrbita Máxima con 4.702, y el de rendimiento más bajo fue el T3 testigo sin injertar con 3.815 kilogramos por planta aunque de manera general el melón no pudo desarrollar todo su potencial de producción. Los resultados del análisis estadístico de longitud de guía no reflejan respuesta estadística a los tratamientos involucrados en el ensayo de melón. El análisis estadístico de la variable número de frutos de melón no tuvo significancia estadística a los tratamientos evaluados. El análisis estadístico de la variable peso de fruto indica una respuesta altamente significativa a los tratamientos en evaluación. Se aplicó la prueba de Rango Múltiple DMS donde el mejor tratamiento resulto ser el T1 Súper Shintosa con un peso de fruto de 1.245 kilogramos, el siguiente fue el T2 con un peso de 1.147 kg por fruto, el T3 sin injertar fue el que tuvo menor peso por fruto con 0.942 kilogramos, tomando en cuenta hasta donde duro el experimento. Respecto al contenido de azúcares, de los resultados obtenidos en las pruebas hechas para determinar los valores de la dulzura de los frutos en grados Brix de 5 melones por tratamiento se observaron valores de 13 unidades con la aplicación de injerto y de 11 sin injerto. Según Espinoza *et al.,* (2011) menciona que en la Región Lagunera se reporta una producción media de 21.69 toneladas por hectárea la cual podemos ver que obtenemos un aumento del 50 % o más con la aplicación de injertos, estos datos coinciden con (Silva *et al*., 2005) quienes mencionan que puede deberse al tipo de fruto, la variedad o por factores ambientales y genéticos que afectan sus características fundamentales. Puede cultivarse el melón de forma intensiva en un ciclo largo o bien dos ciclos cortos considerando la variedad adecuada para el ciclo (variedades de ciclo largo o corto), buscando la ventana de comercialización óptima. Mediante el sistema de producción en casa-sombra, es posible obtener rendimientos de hasta tres veces más por unidad de superficie y de calidad superior comparados con los obtenidos a cielo abierto, cuidando el control de plagas y enfermedades que puedan afectar el cultivo. Los resultados obtenidos indican que una planta injertada ofrece una mayor cantidad y calidad en los frutos, en comparación a los obtenidos con planta franca. El

comportamiento del porta injerto Súper Shintosa, tuvo mejor prendimiento, un buen amarre de brotes de floración con mayores números de frutos de buen tamaño, forma y textura. Mientras que el comportamiento de Cucúrbita Máxima fue de menor producción, la forma, tamaño y textura del fruto es menor. Mientras que en el cultivo no injertado el porcentaje de prendimiento es menor el número de frutos es mínimo y el tamaño de frutos es chico. El mejor material de porta injerto es Súper Shintosa, con un buen amarre de frutos por planta; en seguida Cucúrbita Máxima, en el cultivo franco sin injertar el porcentaje es menor. El material de porta injerto Súper shintosa tuvo un promedio de 6 frutos/planta y el cultivo franco tuvo menor número de frutos, por lo tanto el mejor material de porta injerto es Súper Shintosa con mayor cantidad de frutos/planta. El testigo tuvo un promedio de 4 frutos por planta. También Super Shintosa fue mejor en peso de fruto y en kilogramos por planta que concuerda (Francisco et al, 2008).

Tabla 2. Parámetros de importancia en el hibrido cruiser con portainjertos.

Tratamientos	Diámetro Polar	Diámetro ecuatorial	Grados Brix	Kg/planta
T1.-Súper Shintosa	42	40	13	5.415a
T2.-Cucúrbita Máxima	41	39	12	4.702b
T3.-Testigo	39	38	11	3.815c

Valores numéricos seguidos de distinta letra denotan significación estadística para $p<0.05$

CONCLUSIONES

La producción en melón, es favorecida por Súper Shintosa (mayor peso por fruto y más rendimiento por planta). El mejor material de porta injerto fue Súper Shintosa, con mayor amarre de frutos por planta; en seguida Cucúrbita Máxima, en el cultivo franco sin injertar el porcentaje fue menor a T1. Súper Shintosa fue el mejor con 5.415 kg/planta. El injerto herbáceo en las cucurbitáceas posee potencialidades para ser empleado como alternativa al manejo de las principales enfermedades del suelo que afectan a este grupo de hortalizas, y así disminuir el uso de los productos químicos bajo condiciones de cultivo protegido, sin afectar los beneficios productivos de los cultivos. La técnica posee también potencial para ser utilizada en la mitigación de los cambios climáticos y aumentar la eficiencia de extracción de nutrientes del suelo. No se lograron los objetivos planteados para el experimento debido a los problemas que se presentaron por el tipo de sustrato que se utilizó e impidieron un buen desarrollo del mismo.

BIBLIOGRAFIA

Camacho, F. F. 2009. Técnicas de producción en cultivos protegidos. Caja Rural Intermediterránea, Cajamar. Plaza de Barcelona, 504006 Almería. 385 p. www.cajamar.es

Camacho, F. F. y Tello, M. 2008. Control de patógenos telúricos en cultivos hortícolas intensivos Ed. Agrotécnicas. Madrid, España.

Davis, A. R.; Perkins, V.; Hassell, R.; Levi, A.; King, S. R.; Zhang, X. 2008 Grafting effects on vegetable Quality. Hortscience. Vol. 43(6).

Espinoza, A. J. J. 2011. Posibilidades y Restricciones para la Exportación de Melón Cantaloupe Producido en el Municipio de Mapimí, Dgo., México al Mercado de los Estados Unidos. Revista Mexicana de Agronegocios. Quinta Época. Año XV. Volumen 28. pp. 593-604.

Francisco, I. M. X.; Camacho, F. F.; Tello, M. J. C. 2008. Proyecto de injerto en el cultivo de melón y sandía como alternativa al uso del bromuro de metilo en Sonora, México. SEMARNAT, ONUDI. Universidad de Almería, España. 52p

García, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen, adaptado para las condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geografía. UNAM. Quinta Edición Offset. Lario Ed. S.A. Serie de libros. 69 p.

Leonardi, C., Romano, D. D. 2004. Recent issues on vegetable grafting. Acta Hort. 631: 163-174. [Links]

López, P. L.; Strage, M.; Kalosbis, I.; Plocg, A. 2006. Diferencial responce of Mi gene resistant tomato rootstock to root-knot populations (*Meloidogyne incognita).* Crop Protection; 25:382-388.

Miguel, A.; De la F. Torre; C. Baixauli; J. V. Maroto; C. Jorda; M. López; J. García S. 2007. Injerto de Hortalizas.-1ed.España: Editorial Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación pp. 79-81.

Nava, P. R. J. y Garcia, S. J. A. 2008. Nutrición vegetal: cantidad requerida de nutrientes mayores (NPK) para melón (Cucumis melo) en. III Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal Yucatán. Memoria. Quintana, Roo, México. Pág. 134.

Rojas, I. y Riveros, F. 2001. Efecto del método y edad de las plántulas sobre el prendimiento y desarrollo de injertos de melón (*Cucumis melo*). Agricultura Técnica 61: 262-274. [Links]

SAS. 2012. SAS/STAT® User's Guide. Version 9.3. SAS, Institute Inc., Cary, NC, EEUU. Plant Soil 15: 134-154.

SIAP. 2014. (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). Cierre de la Producción Agrícola por Cultivo. http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/. Fecha de Consulta: Junio 2014.

Silva, N.D., S. Nascimiento, J. Francismar de Medeiros y M. Navarro Vásquez. 2005. "Calidad postcosecha de frutos de melon producidos sobre diferentes niveles de salinidad del suelo y manejo de la fertirrigación en invernadero". Ingeniería del agua, 2005, Vol 12, Num. 2.

VERMICOMPOSTA LIQUIDA CON FERTIGACION EN CHILE JALAPEÑO

[1]Jesus Guzmán Carvajal, [2]Damian Aguilera Tapia, [2]Adrian Fabela Zacarías, [2]Natanhael Flores González

[1]Docente-Investigador del Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 101
[2]Docente-Investigador del Instituto Tecnológico de Torreón. Email: chuyguz@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La producción mundial de chile (*Capsicum annuum* L.*)* se encuentra por encima de los 19 millones de toneladas; China es productor de 8 millones, seguido por México con un millón y medio de toneladas. En la Región Lagunera se siembra aproximadamente 2,500 hectáreas (SIAP, 2014). Sin embargo, para incrementar (o al menos mantener la producción comercial en sus niveles óptimos) es necesario controlar todos los factores que benefician su producción, destacando el uso eficiente del agua y la nutrición. Una opción viable, con relación al manejo eficiente del agua y los nutrimentos en chile, puede lograrse a través del fertirriego y el uso de abonos orgánicos, cuya técnica garantiza altos rendimientos y calidad de las cosechas. Muchos de los productores hortícola de la región realizan la fertilización de forma empírica, debido a que no existe información precisa que permita establecer con seguridad los requerimientos nutricionales del cultivo y las dosis óptimas de fertilización, por lo que casi siempre se sobrefertiliza, trayendo como consecuencia la alteración de los ciclos naturales del medio ambiente, ya que lo que más importa es la producción a costa del uso excesivo de agroquímicos. En general, todos los chiles ocupan bajas cantidades de nitrógeno (25 y 98 kg/ha en las etapas de desarrollo vegetativo e inicio de floración, respectivamente); después los requerimientos de nitrógeno se incrementa hasta alcanzar su absorción máxima durante el crecimiento de fruto y después comienza a declinar (140 y 56 kg/ha, respectivamente), a la vez que se incrementa la absorción de potasio (125 kg/ha) para favorecer el crecimiento de frutos e inducir sobre éstos, calidad y sanidad (Chávez *et al.,* 2000). Centenares de agroquímicos son utilizados habitualmente en la agricultura convencional, lo que provoca que restos de éstos aparezcan en los alimentos procedentes de esta agricultura que ingerimos diariamente. Una evaluación global de los sectores orgánicos muestra que están aumentando considerablemente y que las prácticas de agricultura orgánica pueden tener efectos importantes al reducir los daños a la salud de los consumidores, el uso de energía y de pérdida de nutrientes. El uso de los abonos orgánicos tiene su origen desde que nació la agricultura. Algunos productores, cuando escuchan hablar de abonos orgánicos, lo relacionan con compostas, estiércoles, abono natural, hojas podridas e incluso “basura” de la casa. Esto es correcto pero sólo en parte, pues

los abonos orgánicos son todos los materiales de origen orgánico que se pueden descomponer por la acción de microbios y del trabajo del ser humano. Por lo anterior el objetivo de esta investigación fue evaluar la respuesta de tres niveles de vermicomposta liquida contra fertilizante químico a rendimiento y calidad en el cultivo de chile jalapeño.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo fue de validación de cuatro fuentes de nutrición (T1: 200), (T2: 300), (T3: 400) litros por hectárea de vermicomposta liquida y el T4 de inorgánico con la fórmula 150- 100-150 kg ha^{-1} de N, P, K, respectivamente, cada tratamiento dosificado y aplicado en 4 fases de desarrollo importantes (desarrollo vegetativo, inicio de floración, plena floración y fructificación) durante el ciclo vegetativo del chile jalapeño. Se estableció en invernadero ubicado en el Ejido La Concha, Municipio de Torreón, Coahuila, México. De manera general, el suelo presento un pH alcalino (7.8) que, aunado al bajo contenido de materia orgánica (1.5%), limita la disponibilidad de algunos nutrientes. Además, se tiene que los elementos fósforo (P) calcio (Ca), fierro (Fe), cobre (Cu) y zinc (Zn) están por abajo del nivel óptimo; la textura del suelo es franco arcilloso.. Para elegir el material de chile a evaluar se tomó en cuenta: precocidad, carga concentrada, resistencia a enfermedades, calidad y rendimiento; variables que fueron estudiadas en validaciones anteriores Se estableció el material de chile más predominante en la región: jalapeño del híbrido Tajín; material que presenta buena adaptabilidad a las condiciones agroecológicas de la región. A continuación se describen las características más importantes del chile utilizado: es un jalapeño híbrido muy precoz que cuenta con una planta fuerte, de tamaño medio y un *set* (pungencia o picor) muy concentrado. La fruta es de tamaño grande con gran uniformidad y presenta un color verde medio a oscuro, con paredes gruesas más pungentes que Tula. Posterior al rastreo, se realizó el surcado con bordeo con separación entre surcos de 1.40 m. El plástico que se utilizó para acolchar fue el negro-plata perforado a cada 30 cm, en hilera sencilla; la cara plateada quedó hacia arriba para evitar el paso de luz del sol y la emergencia y desarrollo de la maleza. El plástico se colocó de manera mecánica con una acolchadora y, al mismo tiempo, se tiró la cintilla para el riego por goteo. El sistema de riego utilizado es el que se conoce en la región como rústico, que consiste en el uso de manguera flexible como conducción de la cual salen las cintas flexibles de goteo que resiste mayores presiones de agua, con goteros a cada 30 cm. El trasplante se realizó manualmente durante las primeras horas de la mañana para asegurar que las plántulas no fueran afectadas por el cambio brusco de temperatura. La densidad de población fue de 24,000 plantas por hectárea; esto se logró dejando una planta por mata, a una distancia de 30 cm y una separación entre surcos de

1.40 m. El diseño experimental fue de bloques al azar con cuatro repeticiones. El fertilizante, indistintamente del tratamiento utilizado, se aplicó a través del riego por goteo (fertirriego). La aplicación de los tratamientos de nutrición se realizó en función de la demanda hídrica del cultivo a través de todo su ciclo de desarrollo y producción. Los tratamientos de nutrición se aplicaron por medio de una bomba de inyección de fertilizantes conectada a la entrada de la línea principal del sistema de riego. Se tomaron muestras de suelo, agua y tejido foliar. También se tomaron datos sobre rendimiento y calidad de la producción. Se utilizó el paquete estadístico (S.A.S. 2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cosecha se inició a los 95 días realizando ocho cortes de fruto de chile jalapeño. Los rendimientos medios para cada tratamiento estudiado se muestran en el cuadro 1 y el porcentaje para calidad de la producción. El mayor rendimiento se alcanzó con el tratamiento 3 con 400 L ha^{-1}, para el caso de calidad del rendimiento que es de gran importancia en hortalizas se obtuvo con el mismo tratamiento con fruto de primera de acuerdo a los estándares que se manejan para clasificación comercial, lo que coincide con Macías *et al.* (2012), quien señala que el peso de fruto de chile jalapeño se incrementó con la aplicación de abono orgánico de estiércol de bovino con fertilizante inorgánico, registró un promedio de 15.2 gr de peso fresco en comparación con los abonos sin fertilización inorgánica. El análisis estadístico del rendimiento de chile jalapeño indica una respuesta altamente significativa para los niveles de vermicomposta liquida evaluados. Los resultados de la aplicación de la prueba de comparación de medias (Tukey) con 0.05 de nivel de significancia notándose como los mejores tratamientos el 3 (400 L ha^{-1}) y el 2 (300 L ha^{-1}) de vermicomposta liquida.

En el cuadro 1 se presentan los tratamientos evaluados con los rendimientos obtenidos y su clasificación en porcentaje de calidad de frutos cosechados y producción de frutos en kilogramos por planta donde el tratamiento 3 obtuvo un valor mayor de rendimiento con 45 ton ha^{-1}.con una producción de aceptable calidad de acuerdo a (Hortyfruta, 2008).

Cuadro 1. Respuesta de los tratamientos de vermicomposta y químico en rendimiento.

Tratamiento	Fertilizante	Rend	Extra	Grande	Mediano	Fruto
Numero	Fuente	Ton ha^{-1}	%	%	%	Kg/planta
1	200 L ha^{-1}	35 c*	60	30	10	1.458
2	300 L ha^{-1}	40 b	70	20	10	1.666
3	400 L ha^{-1}	45 a	70	20	10	1.875
4	150-100-150 NPK	36 c	60	20	20	1.500

Extra grande > de 45 gr, Grande 30-45 gr, Mediano < 30 gr.

*Valores con la misma letra son iguales estadísticamente (Tukey 0.05).

Los resultados obtenidos de la extracción de nutrimentos por el fruto de chile jalapeño indican que para N el valor más alto se encontró a los 90 días después del trasplante con 60 kg ha^{-1}, Jones (1998), notándose la misma tendencia al incremento en el segundo muestreo para P_2O_5, K_2 0, CaO y MgO. De tal manera que la extracción se comportó de la siguiente manera: N con 60, P con 30, K con 160, Ca con 20, Mg con 20 kilogramos por hectárea. Del análisis de varianza y de las pruebas de comparación de medias se determinó que los tratamientos evaluados generaron efectos diferenciados sobre las variables evaluadas. Estas diferencias resultaron significativas ($P \leq 0.05$) para peso del fruto y rendimiento. Se aprecia que, en la mayoría de los casos, a mayor contenido de Vermicomposta, tratamientos T1 a T3 , los valores registrados en las variables evaluadas superaron a los valores obtenidos en el tratamiento testigo. Los efectos diferenciados registrados en las variables evaluadas para todos los tratamientos, se asociaron directamente con las dosis de vermicomposta utilizada lo cual, de acuerdo con Pérez *et al.* (2008) provoca una gran variabilidad en el contenido de elementos nutritivos. En este sentido, el hecho de que los valores registrados en las variables evaluadas para el chile superaran a los valores obtenidos en el tratamiento testigo, que recibió la solución nutritiva con fertilizante químico para cubrir sus requerimientos nutricionales, confirma lo establecido por Cruz *et al.* (2010) quienes destacan que la vermicomposta es un material que se ha convertido en una opción como abono para el desarrollo de diversas especies vegetales, gracias a las características que éste confiere al medio de crecimiento y por el aporte de elementos nutritivos, además de que su utilización favorece la disminución del deterioro del ambiente al incrementarse el aprovechamiento de diversos desechos agropecuarios donde la fertilización inorgánica se ve apoyada con los abonos orgánicos que son considerados como materiales que aportan materia orgánica y carbono, además aporta nutrimentos a través del tiempo, dependiendo del tipo de material orgánico, condiciones biológicas, edáficas y ambientales, tal y como coincide con lo mencionado por Meléndez y Molina (2003) quien señala que la adición de un abono orgánico incrementa la aportación de nutrimentos de la planta a largo plazo, mismos que influyen de manera favorable en el desarrollo vegetativo y producción de las plantas. El que se hayan presentado estas diferencias refleja que los tratamientos de vermicomposta empleados pueden satisfacer la demanda nutritiva del cultivo de chile en desarrollo, pues los tratamientos que contenían estos materiales no recibieron aportaciones de fertilizantes sintéticos adicionales. Por su parte, dato que tiene lógica por que los abonos orgánicos en general presentan diversidad de microorganismos y nutrimentos, (Pérez, 2012). Esto pudiera ser atribuible a que la aplicación de abonos orgánicos tiene diversidad ecológica, es decir no tienen tanta solubilidad de nutrimentos como los químicos (Pérez, 2012).

CONCLUSIONES

El mayor rendimiento se registró con el T3 y resultó el más adecuado para el desarrollo del chile jalapeño. El mejor tratamiento de nutrición en chiles jalapeños en calidad de fruto fue el orgánico con 400 L ha^{-1}con un rendimiento de 45 ton ha^{-1}, con aceptable nivel de calidad para su comercialización. Le siguió el tratamiento con 300 L ha^{-1}, con rendimiento de 40 ton ha^{-1}, seguido por el tratamiento de nutrición química con 36 ton ha^{-1}. La extracción de nutrimentos por el cultivo se comportó de la siguiente manera: N con 60, P con 30, K con 160, Ca con 20, Mg con 20 kilogramos por hectárea. El uso de vermicomposta repercute directamente en la producción por hectárea de chiles jalapeños. Por lo tanto, es recomendable utilizar este lixiviado para obtener mejores rendimientos y buena calidad de fruto, además que al aplicar este abono orgánico se reduce considerablemente el costo de producción del cultivo. Aún y cuando el uso de los productos orgánicos es el futuro inmediato, se recomienda más investigación al respecto. Sea cual sea la circunstancia o el cultivo del que se trate, contar con información sobre el consumo real que hacen los cultivos, constituye una herramienta sólida para argumentar técnicamente las recomendaciones de fertilización que se diseñan. La lombricomposta constituye una buena opción para reducir el uso de productos químicos y transformar los sistemas agrícolas en formas de producción más sostenibles desde el punto de vista productivo, ecológico, económico y social.

BIBLIOGRAFIA

Chávez, S., N. Berzoza M., M. y Cueto W., J. A. 2000. Respuesta del chile jalapeño a la fertirrigación con nitrógeno, fósforo y potasio en riego por goteo. In: X Congreso Nacional de Irrigación. Chihuahua, México. pp. 118-124.

Cruz, C. E, Sandoval-Villa M, Volke-Haller V, Ordaz-Chaparro V, Tirado- Torres JL, Sánchez-Escudero J (2010) Generación de mezclas de sustratos mediante un programa de optimización utilizando variables físicas y químicas Terra Latinoamericana 28(3): 219-229.

Hortyfruta. 2008. Tipificación. Requisitos mínimos de calidad de frutas y hortalizas. Junta de Andalucía. 13 p.

Jones, J. B. Jr. 1998. Manual Plant Nutrition.CRC Press. Boca Raton. Boston, London, New York, Washington.

Macias, D. R.; Grijalva, C. R. L.; Robles, C. F. 2012. Respuesta de la aplicación de estiércol y fertilizantes sobre el rendimiento y calidad del chile jalapeño. Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad de Sonora. México. 3: 32-38.

Meléndez, G.; Molina E. 2003. Fertilizantes: Características y manejo. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica. San José. Costa Rica. 132 p.

Pérez, A.; Céspedes, C.; Núñez, P. (2008). Physical, chemical and biological characterization of applied organic amendments in crop production in Dominican Republic. Journal of Soil Science and Plant Nutrition 8 (4): 10-29. [Links]

Pérez, I. J. 2012. Evaluación de la adición de vermicomposta y hongos micorrízicos en el crecimiento de plántulas de limón. Tesis de maestría. IPN.

SAS, (2012). SAS/STAT® User's Guide. Version 9.3. SAS, Institute Inc., Cary, NC, EEUU. Plant Soil 15: 134-154.

SIAP. 2014. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Cierre de la Producción Agrícola por Cultivo. http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/. Fecha de Consulta: Junio 2014.

INJERTO DE APROXIMACION EN MELON SOBRE DOS PATRONES DE CALABAZA Y RENDIMIENTO Y CALIDAD EN CAMPO

[1]Damian Aguilera Tapia, [1]Adrian Fabela Zacarías, [1]Natanhael Flores González, [1]Leticia Alfaro Hernández,[1]Juan Cabrera Reyes, [2] Héctor Alejandro Aguilar Pérez.

[1]Docente-Investigador del Instituto Tecnológico de Torreón. [2] Trabajador B.E.D.R. No. 48 Email: daguileratapia@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La Región Lagunera destaca como la zona melonera más importante del país (SIAP., 2014), con una superficie anual promedio de más de 4,678 hectáreas y una producción de 144,895 toneladas. El melón (*Cucumis melo* L.) es una hortaliza que ha mantenido su participación en el mercado internacional por su calidad (Mella y Mercado, 2006). Un híbrido de injerto lleva consigo una combinación de características deseables que consiste en nuevos brotes, los cuales son extraídos de una planta denominada variedad de injerto. La raíz es provista por una planta que se denomina patrón o porta-injertos y otorga características radiculares especiales al injerto, este en plantas leñosas fue conocido por los chinos desde 1,000 años antes de nuestra era. Según estudios realizados por Miguel *et al*. (2007), en algunos casos se ha detectado una falta de afinidad entre las variedades tradicionales de melón y los patrones habitualmente utilizados (Cucúrbita máxima x Cucúrbita moschata). Se espera encontrar facilidad en el prendimiento del injerto, buen comportamiento productivo e incrementar rendimientos. Es necesario observar el comportamiento agronómico más favorable de los cultivos, modificando las prácticas de manejo de su cultivo como fecha de plantación, tipo de cultivar, acolchados, rotaciones, etc., para incrementar rendimientos, cuando el uso de estas prácticas no alcanza se recurre al mejoramiento genético (Huitron, 2014). El cultivo de melón en condiciones normales presenta problemas con nematodos, por lo que surge la necesidad de recurrir a mecanismos de resistencia adicionales como es el injerto sobre porta injertos de calabaza por ser este un cultivo resistente a este tipo de problemas. La resistencia de las plantas injertadas está condicionada tanto por el porta-injerto como por la variedad y aunque el vigor de la planta injertada es intermedio entre ellos, la influencia del primero es mayor. Este incremento en el vigor, que generalmente proporciona el portainjerto sobre la variedad, permite utilizar un menor número de plantas por unidad de superficie así como concederle a los cultivos una mayor resistencia o tolerancia a factores abióticos (Camacho, 2008). Se le denomina porta-injerto a la parte inferior del injerto que desarrolla el sistema radical de la planta injertada, la cual provee de mayor vigor y resistencia ó tolerancia a las enfermedades del suelo a la variedad, la cual es la porción superior del injerto que desarrolla el sistema foliar de la misma, la cual debe ser resistente o

tolerante a enfermedades foliares y cumplir con los requisitos productivos necesarios (Huitron, 2014). Objetivo: Evaluar sobre el cultivar de melón Cruiser parámetros de producción y calidad al unirse mediante la técnica del injerto con el portainjerto Cucúrbita Máxima y Súper Shintosa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en enero del 2015, en la Región Lagunera. Situada en los meridianos 102° 22´ y 104° 47´ longitud oeste, y los paralelos 24° 22´ y 26° 23´ latitud norte (SIAP, 2014). La altura media sobre el nivel del mar es de 1,139 msnm. Según la clasificación de Köeppen modificado por García (2004), el clima es seco desértico o estepario cálido con lluvias en el verano e invierno frescos. Los suelos de la Región SIAP (2014), son de color café grisáceo, bajos en contenido de materia orgánica, con horizontes de acumulación de yeso y cal cerca de la superficie y con tendencia de acumular sales de sodio en la misma, con una C.E de 6 y un pH de 8. Los tratamientos (Cuadro 1) son seis; una variedad de melón (Cruiser) injertado sobre portainjertos de calabaza variedades Cucúrbita Máxima y Súper Shintosa, dos densidades de población y dos tratamientos sin injertar. T1= Cucúrbita Máxima a 25 cm, T2= Cucúrbita Máxima a 50 cm, T3= Súper Shintosa a 25 cm, T4= Súper Shintosa a 50 cm, T5= Sin injertar a 25 cm, T6= Sin injertar a 50 cm. El diseño experimental fue bloques al azar con 6 tratamientos y 5 repeticiones. Se evaluó peso de fruto, longitud de guía, diámetro polar y ecuatorial y SST (solidos solubles totales). Se utilizó la herramienta estadística de análisis de varianza y prueba de comparación de medias al 0.05 de significancia del paquete SAS (2012).

RESULTADOS Y DISCUSION

Del análisis de varianza y de las pruebas de comparación de medias se determinó que los tratamientos evaluados generaron efectos diferenciados sobre algunas variables estudiadas. Estas diferencias resultaron significativas ($P \leq 0.05$) en kilogramos por planta, mientras que para los diámetros ecuatorial y polar longitud de guía y el contenido de sólidos solubles no se registraron diferencias significativas. En el cuadro 1 se aprecian los valores obtenidos en los diferentes parámetros donde el tratamiento 5 con densidad de población alta fue el mejor en rendimiento pero el T6 con densidad de población baja los frutos fueron de primera calidad a diferencia del T5 que la fruta fue de segunda y tercera calidad. Lo anterior, independientemente de los materiales de portainjertos utilizados que no fueron significativos en este experimento. A favor de los resultados obtenidos, es posible resaltar que los valores de los coeficientes de variación reflejan un manejo confiable tanto para las metodologías empleadas, como para los procedimientos de evaluación aplicados durante el desarrollo del experimento, ya que el

máximo valor del CV se presentó para la variable rendimiento con un valor de 29.15 % y los valores restantes fueron inferiores al 16.63 %. Se aprecia que los tratamientos sin injertar generaron los valores promedio más elevados para las variables rendimiento de fruto y peso de fruto por planta (cuadro 1). Mientras que diámetros ecuatorial y polar, longitud de guía y contenido de sólidos solubles; siendo los valores considerados iguales (cuadro 1).

El rendimiento promedio de 110.5 t ha^{-1} de melón, registrado en las plantas que se desarrollaron en el tratamiento 5 (Sin injertar y a 25 cm entre plantas), duplicó al rendimiento obtenido por Cano, (2004) con la misma variedad de melón Crusier. También se superó en un 55.8 % al rendimiento de 45.5 t ha^{-1}, reportado por Fernández y Testezlaf (2002), bajo condiciones de invernadero con fertirrigación de biofertilizantes organominerales, preparados a partir del enriquecimiento de los abonos orgánicos con fertilizantes minerales. Con respecto al contenido de sólidos solubles en los frutos de melón, se registró un promedio de 12 °Brix, en todos los tratamientos, este valor resultó ser ligeramente mayor a los 9 °Brix que se recomienda para los melones clasificados como de buena calidad interna de acuerdo a los indicadores básicos del manejo postcosecha de melón Cantaloupe establecido por Suslow *et al.* (2004). La evolución del contenido de sólidos solubles (°Brix) en todos los tratamientos fue similar, con denotación de diferentes valores, de hecho no se presentaron diferencias significativas. Fabela *et al* (2014), mencionan que la posibilidad de un descenso de los niveles de potasio (K+) en la planta puede ser una de las causas de la reducción del contenido de azúcar en el fruto. La producción comercial del tratamiento T5 con 6.908 kg/planta reveló diferencias significativas con respecto al resto de los tratamientos, con un aumento del 9.5 % de producción sobre el tratamiento T6 (plantado a 50 cm entre plantas) que fue el más cercano a su productividad con 6.173 kg/planta. El tratamiento T2 fue el que expuso menor cantidad al mostrar 2.516 kg/planta (Cuadro 1).

Cuadro 1. Variables evaluadas en el experimento de melón con injertos.

Tratamiento	Long. de Guía cm	Diámetro polar	Diámetro ecuatorial	No. de frutos	SST	Kg/planta	Tonha^{1}
T1 Cucúrbita Máxima	193.30	46	45	5	13	4.794ab	76.704
T2 Cucúrbita Máxima	174.69	47	46	3	12	2.516b	20.128
T3 Súper Shintosa	180.19	46	45	4	12	4.655ab	74.480
T4 Súper Shintosa	186.30	47	46	4	12	5.316ab	42.528
T5 Sin injertar	212.89	46	45	5	12	6.908a	110.528
T6 Sin injertar	207.50	48	47	6	11	6.173ab	49.384

Valores numéricos seguidos de distinta letra denotan significación estadística para p<0.05

En este experimento se evaluó el rendimiento de frutos de melón de ocho cortes. El tratamiento T5 a partir del corte cuatro (85 ddt) empezó a denotar mayor productividad. Los tratamientos T1, T3 y T4 reflejaron un comportamiento similar. En el tratamiento T2 se apreció una disminución de frutos en el corte número 4 debido a problemas con el sistema de fertirrigacion (suministro de agua por la cintilla). El vigor de la planta y el número de frutos cuajados influyen en el peso medio del fruto (Camacho y Tello, 2008). Debido a que los tratamientos con menor densidad de plantación es una variable importante en, por sus implicaciones sobre la producción y tamaño de fruto, a mayor densidad de plantación menor tamaño del fruto, aunque a veces las diferencias no son significativas (Camacho, 2009). En este ensayo la densidad de plantación influyó de forma significativa en el peso medio de fruto en todos los tratamientos (Cuadro 1).

CONCLUSIONES

La producción comercial del tratamiento T5 con 6.908 kg/planta reveló diferencias significativas con respecto al resto de los tratamientos. El tratamiento T2 fue el que expuso menor cantidad al mostrar 2.516 kg/planta. Con respecto al contenido de sólidos solubles en los frutos de melón, se registró un promedio de 12 °Brix, en todos los tratamientos, este valor resultó ser ligeramente mayor a los 9 °Brix que se recomienda para los melones clasificados como de buena calidad interna de acuerdo a los indicadores básicos del manejo postcosecha de melón. La evolución del contenido de sólidos solubles (°Brix) en todos los tratamientos fue similar, con denotación de diferentes valores, de hecho no se presentaron diferencias significativas. Debido a que los tratamientos con menor densidad de plantación es una variable importante por sus implicaciones sobre la producción y tamaño de fruto, a mayor densidad de plantación menor tamaño del fruto, aunque a veces la diferencias no son significativas. En este ensayo la densidad de plantación influyó de forma significativa en el peso medio de fruto y buena calidad.

BIBLIOGRAFIA

Camacho, F. F. 2008. El injerto en la producción de melón y sandía como alternativa al uso de bromuro de metilo en Sonora, Guaymas, Son. México. Julio del 2008. 49 p.

Camacho, F. F. 2009. Técnicas de producción en cultivos protegidos. Caja Rural Intermediterránea, Cajamar. Plaza de Barcelona, 504006 Almería. 385 p. www.cajamar.es

Camacho, F. F. y Tello, M. 2008. Control de patógenos telúricos en cultivos hortícolas intensivos Ed. Agrotécnicas. Madrid, España.

Cano, R. P, Theran, K. K. E. , Esparza, M. J. H. (2004) Calidad de fruta de híbridos de melón reticulado *(Cucumis meló* L.) bajo condiciones de La Comarca Lagunera. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas 3(2): 123-130.

Fabela Z., A.; Aguilera T., D.; Flores G., N.; Alfaro H., L.; Cabrera R., J.; Marchand F., A.; Morales D., P. 2014. Método de injerto para producción de melón. Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Agropecuaria A.C. Instituto Tecnológico de Roque 2do Congreso Nacional de Ciencia y

Tecnología Agropecuaria 1er Simposio Internacional en Innovación en la Producción Agroalimentaria Sustentable 12-14 Mayo. ISSN En trámite. P. 308-315.

Fernández ALT, Testezlaf R (2002) Fertirrigação na cultura do meláo em ambiente protegido, utilizándose fertilizantes organominerais e químicos. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 6: 45-50.

García, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen, adaptado para las condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geografía. UNAM. Quinta Edición Offset. Lario Ed. S.A. Serie de libros. 69 p.

Huitrón, R. M. V. 2014. El injerto en cucurbitáceas, paso a paso. Instituto Tecnológico de Colima. 23 p.

Mella, J. M. y Mercado, A. 2006. La economía agropecuaria mexicana y el TLCAN. Comercio exterior, Vol. 56, Núm. 3. pp 181 – 193.

Miguel, A.; De la F. Torre; C. Baixauli; J. V. Maroto; C. Jorda; M. López; J. García S. 2007. Injerto de Hortalizas.-1ed.España: Editorial Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación pp. 79-81.

Ricárdez, M. 2007. Informe del proyecto de demostración de alternativas al bromuro de metilo como fumigante en la agricultura. ONUDI-SEMARNAT. Colima, México.

SAS, (2012). SAS/STAT® User's Guide. Version 9.3. SAS, Institute Inc., Cary, NC, EEUU. Plant Soil 15: 134-154.

SIAP. 2014. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Cierre de la Producción Agrícola por Cultivo. http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/. Fecha de Consulta: Junio 2014.

Suslow TV, Cantwell M, Mitchell J (2004) Melón Cantaloupe: (Chino o de Red) Recomendaciones para Mantener la Calidad Postcosecha. Postharvest Technology Research Information Center. 4 p.

APLICACIÓN DE PAQUETES TECNOLÓGICOS EN ÁREAS DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) DE TEMPORAL CON DIFERENTE POTENCIAL

M.C. Arnulfo Pajarito Ravelero[1]

[1]INIFAP, Campo Experimental Valle del Guadiana, Durango. pajarito.arnulfo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El frijol se siembra en todas las regiones agroclimáticas de México, debido a que el grano es básico en la alimentación de todos los habitantes. En el estado de Durango, es el cultivo más importante del área agrícola por la superficie que se destina a su producción y la aportación que anualmente hace a la producción nacional varía dependiendo de las condiciones ambientales y de la tecnología utilizada. Así, en la década de los 80's aportó 131,000 t, en los 90´s 106,000 t, en el 2000 fueron 88,000 t, en 2010 aportó 92,000 t y en 2013 se reportaron 160,435 t (SIAP-SAGARPA, 2013). Una de las razones por la cual el estado de Durango sigue ocupando el segundo lugar en producción nacional es por las variedades que ha generado el INIFAP, sin embargo, los rendimientos por unidad de superficie no se perfilan notablemente hacia el alza según la información oficial que anualmente publica el Sistema de Información Agropecuaria de la SAGARPA en el país.

En los años 1998 al 2000, con el propósito de impactar más en la producción de frijol, el INIFAP clasificó al estado de Durango en regiones de Alto, Mediano y Bajo potencial productivo para los diferentes cultivos, entre ellos, el frijol, tomando como base variables de clima y suelo que tuvo como propósito el aplicar las tecnologías de acuerdo al potencial de cada zona y propiciar su adopción por los usuarios. Sin embargo, a pesar de contar con esta nueva información, los rendimientos se siguen reportando bajos. Tal situación, se presume que es debido en parte a que la tecnología que se ha generado para el cultivo, no se aplica con las recomendaciones requeridas. Por tal razón, en este trabajo se presentan los resultados obtenidos con productores con la aplicación de los paquetes tecnológicos recomendados por el INIFAP acordes a las diferentes regiones productivas de frijol en el estado de Durango, con el objetivo de evidenciar que con el uso de estos paquetes es factible incrementar los rendimientos en todas las áreas donde se cultive frijol y reducir sus costos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los paquetes tecnológicos recomendados por el autor para las diferentes regiones productivas en el estado de Durango se indican en los Cuadros 1, 2 y 3, tomando como apoyo las guías técnicas publicadas por el INIFAP para el cultivo de frijol de temporal (INIFAP, 1986, INIFAP

2005). Los costos de producción del cultivo para cada región fueron estimados, así como los gastos de recuperación de dichos costos, tomando como base $ 8.00 por kilogramo de frijol. De esta forma, para pagar los costos del cultivo en las zonas de Alto Potencial Productivo se estimó que se necesita producir 746 kg/ha, para la zonas de Mediano Potencial 595 kg/ha y para las zonas de Bajo Potencial 506 kg/ha.

Cuadro 1. Paquete tecnológico para la región de Alto Potencial Productivo. Año 2013.

Concepto	Costo Aproximado ($)
Barbecho	600
Rastreo (2)	700
Siembra	400
Escardas (2) y Pileteo	700
Aplicación de Herbicida	250
Deshierbes (1)	300
Aplicación de Insecticida	250
Corte y alomillado	350
Trilla	600
Grano de buena calidad	360
Fertilización Química (25-35-00)	863
Flex (1 litro)	350
Sevín (1 kg), Paratión Metílico (1 L)	250
Costo total	5973.00

Cuadro 2. Paquete tecnológico para la región de Mediano Potencial Productivo. Año 2013.

Concepto	Costo Aproximado ($)
Barbecho	600
Rastreo (2)	700
Siembra	400
Escardas (2) y Pileteo	700
Deshierbes (1)	300
Corte y alomillado	350
Trilla	600
Grano de buena calidad	360
Micorriza+ 50 % Fertilizante Químico	501
Sevín (1 kg), Paratión Metílico (1 L) (	250
Costo total	4761.00

Participaron 25 productores, ubicados en siete municipios del estado de Durango (Cuadro 4). En las áreas de Alto Potencial (AP) se establecieron nueve parcelas demostrativas; en las de Mediano Potencial (MP) siete y en las de Bajo Potencial (BP) nueve.

Cuadro 3. Paquete tecnológico para la región de Bajo Potencial Productivo. Año 2013.

Concepto	Costo Aproximado ($)
Barbecho	600
Rastreo (2)	700
Siembra	400
Cultivos (2) y Pileteo	700
Deshierbes (1)	300
Corte y Alomillado	350
Trilla	600
Grano apto para siembra	330
Micorriza	70
Costo Total (Pesos)	4050.00

Cuadro 4. Productores participantes en el establecimiento de parcelas demostrativas. Año 2013.

Municipio	Comunidad	Productor
	Alto Potencial Productivo	
Guadalupe Victoria	Ignacio Ramírez	Alfredo Ávila Moreno
Guadalupe Victoria	Santa Catalina de Siena	Heriberto García Salinas
Guadalupe Victoria	Ignacio Allende	Ciro García García
Guadalupe Victoria	Calixto Contreras	Héctor Saúl Alvarado
Cuencamé	Cuauhtémoc	J. Trinidad Morales Pérez
Cuencamé	Ramón Corona	Alejandro Ibarra Martínez
Panuco de Coronado	Ignacio Zaragoza	Julio Méndez Salas
Peñón Blanco	Peñón Blanco (La Mesa)	Miguel Ángel Moreno Flores
Peñón Blanco	J. Agustín Castro	Ricardo Lazalde Miranda
	Mediano Potencial Productivo	
Guadalupe Victoria	Juan Aldama	Eusebio Ortega Gallegos
Cuencamé	La Purísima	Rubén Caldera Garcia
Cuencamé	López Rayón	Santiago García Vaquera
Cuencamé	Pedro Vélez	Angel Noel Morales Escobedo
Pánuco de Coronado	Panuco de Coronado	Servando Varela Nieves
Peñón Blanco	Luis Moya	Héctor .G. Hernández Valles
Peñón Blanco	La Concha	Amalio Aarón Luna Benicio
	Bajo Potencial Productivo	
Guadalupe Victoria	Antonio Amaro	José Páez Puebla
Cuencamé	Colonia. Progreso	Jesús Hernández Castorena
Cuencamé	Cerro de Santiago	José Villarreal Cervantes
Pánuco de Coronado	28 de Mayo (Santa Rita)	Jaime A. Ramírez Guzmán
Pánuco de Coronado	F. Javier Mina	Jesús Ramírez Soriano
Peñón Blanco	Nuevo Covadonga	Trinidad Velázquez Puentes
Peñón Blanco	Yerbaníz	Nicolás Trejo Díaz
San Juan del Río	Sauz de Arriba	Jesús Muñóz Ramírez
Santa Clara	Diez de Abril	Antelmo Cruz Ruíz

Las parcelas sembradas en las zonas de AP y MP se ubicaron en los municipios de Guadalupe Victoria, Cuencamé, Pánuco de Coronado y Peñón Blanco, y las parcelas establecidas en áreas

de BP, además de los municipios antes mencionados se incluyó a los municipios de San Juan del Río, Santa Clara y Coneto de Comonfort.

De todos los componentes que conformaron los paquetes tecnológicos, se dio mayor importancia a la fertilización, de tal manera que los tratamientos aplicados en las áreas de AP fue la dosis 25-35-00, recomendada por el INIFAP para el cultivo de frijol en condiciones de temporal; en las áreas de MP se aplicó Micorriza INIFAP + 50 % de fertilizante químico (MI+FQ50%) con el propósito de sustituir parcialmente los fertilizantes sintéticos y reducir los costos de producción en la misma proporción. En las áreas de BP solo se recomendó la aplicación de MI.

La MI, es un biofertilizante formulado a base de hongos micorrízicos del género *Glomus* que se aplicó como inoculante a razón de 1 kg por cada 30 kg de semilla (Aguirre *et al.,* 2010) suficiente para sembrar una hectárea. En cada zona, el testigo fue la cantidad de fertilizante químico que tradicionalmente aplica el productor que es de 100 kg de una mezcla de 100 kg de urea y 50 kg de 18-46-00 más la semilla o grano de la cosecha anterior, para comparar la respuesta con la dosis recomendada por el INIFAP en la producción de grano. A través de muestreos realizados en todas las parcelas de los productores, se estimó el número de plantas por hectárea (Pl/ha), vainas por planta (V/Pl), granos por vaina (G/V) y rendimiento de grano (RG). Los muestreos para estimar el rendimiento y sus componentes fueron cuatro de 5 m de longitud y 0.76 m entre surcos en cada parcela de cada productor.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La precipitación pluvial promedio registrada durante el periodo de junio a noviembre del ciclo agrícola primavera verano del año 2013 a través de 10 estaciones climáticas del INIFAP, ubicadas en diferentes localidades del estado de Durango, fue de 508 mm. En el Cuadro 5 se presentan los promedios de datos de cada región tanto para el paquete INIFAP como para el testigo del productor.

En las áreas de AP se observó que tanto el número de Pl/ha, V/Pl, G/V y el RG fue más alto con el paquete INIFAP en comparación con el testigo del productor. El RG fue superior en 336 kg/ha en promedio, influenciado probablemente por la densidad de población y por la mayor cantidad de vainas como un efecto de la fertilización química y la calidad de la semilla utilizada. Al respecto, Acosta y Padilla (1991) en sus trabajos con frijol, reportaron una estrecha asociación entre el rendimiento de grano con el número de vainas (r=0.86**) y con el número de granos/m2 (r=0.95***).

En las áreas de mediano potencial, el comportamiento fue similar a lo que ocurrió en las áreas de alto potencial, es decir, que, el número de Pl/ha, V/Pl, G/V y RG fueron más altos con el paquete INIFAP comparado con el Testigo del productor (Cuadro 5). La densidad de población estimada con la tecnología del productor fue de 8,600 Pl/ha menos, probablemente debido a que el productor utiliza menos cantidad de semilla en la siembra o quizás también la falta de calidad de la misma que puede traducirse en fallas en la germinación y emergencia de las plántulas y finalmente en menor producción.

Cuadro 5. Promedios de rendimiento de grano y sus componentes de cada región productiva del estado de Durango. Año 2013.

Paquete tecnológico	Regiones/Potencial	Densidad (plantas/ha)	Vainas/ planta	Granos/ vaina	Rendimiento (kg/ha)
INIFAP	Alto	69,818	14.3	4.9	1,149
Productor	Alto	64,256	11.4	4.7	813
INIFAP	Mediano	62,562	13.3	5.2	1,008
Productor	Mediano	53,954	11.7	4.6	675
INIFAP	Bajo	54,037	12.5	4.9	763
Productor	Bajo	45,486	12.5	3.9	537
Promedio					
INIFAP	Alto, Mediano, Bajo	62,139	13.4	5.0	973
Productor	Alto, Mediano, Bajo	54,565	11.8	4.4	675

El mayor número de plantas por hectárea se reflejó en mayor número de vainas y granos que finalmente impactó en el rendimiento final que fue 333 kg/ha más alto en promedio que el Testigo del productor. Probablemente también el vigor de la planta por la calidad de la semilla utilizada, y la combinación de la MI con fertilización química fueron determinantes en la densidad de población. También en las áreas de bajo potencial se observó la misma tendencia que en las regiones de alto y mediano potencial, las densidades de población fueron mayores al igual que el número de V/Pl, G/vaina y el RG con el paquete INIFAP que lo utilizado por el Productor.

En las áreas de mediano y bajo potencial, la densidad de población fue superior con el paquete INIFAP en más de 8,000 Pl/ha y el RG en 333 y 226 kg /ha, respectivamente, lo que indica que el número de vainas pero sobre todo el número de plantas fue determinante en el la producción. El número de Pl/ha fue mayor con la tecnología INIFAP probablemente debido a la inoculación con la MI y la calidad de la semilla utilizada para la siembra que influyeron en la germinación, vigor y desarrollo a la planta. Al respecto, se menciona que la función de la

micorriza permite a la planta incrementar la exploración de la raíz con un aumento en la absorción y transporte de nutrientes y agua del suelo proporcionándole ventajas para su desarrollo y productividad (Aguirre *et al*., 2010), promoviendo la sanidad y la nutrición con lo cual se reduce el uso de fertilizantes químicos (Ferrera y Alarcón, 2008; Olalde y Serratos, 2008 y Holguín *et al*., 2003).

En forma general, es importante subrayar que en todas las áreas donde se establecieron las parcelas demostrativas, la densidad de población de plantas y el rendimiento de grano y sus componentes, siempre fue mayor cuando se aplicó el paquete tecnológico INIFAP en comparación con el paquete tecnológico del productor. También se observó que los rendimientos de grano promedio, siguieron un gradiente de producción, es decir, fue mayor en las áreas de AP, luego las de MP y por último las de BP. Los rendimientos promedio fueron de 1149 kg/ha,1008 kg/ha y 973 kg/ha, respectivamente para el paquete INIFAP y de 813 kg/ha, 675 kg/ha y de 537 kg/ha para el paquete del productor. El rendimiento de grano promedio que se obtuvo de todas las áreas con el paquete INIFAP fue de 300 kg en promedio superior al testigo, lo que evidencia que con su aplicación, se puede incrementar la producción de frijol en el estado de Durango.

CONCLUSIONES

En todas las áreas productoras de frijol, el paquete INIFAP superó al testigo del productor lo que evidencia que se puede incrementar la producción en el estado de Durango.

Con la combinación de fertilización química y micorriza INIFAP es factible incrementar la producción de frijol y reducir los costos del cultivo al disminuir la cantidad de fertilizante químico.

BLIBLIOGRAFÍA

Acosta G., J. A. y Padilla, R. S. 1991. Época de siembra y densidad de población en la variedad de frijol Flor de mayo bajío.In: *Phaseolus*. Publicación Especial Núm 8. SARH-INIFAP-CRSP-MSU. Durango, Dgo., México. pp. 163-178.

Aguirre M. J. F. ; Irizar G. M. B.; Durán P. A.; Grajeda C. O. A.; Del Río P. Ma. de los A.; Loredo O. C Gutierrez B. A. 2010. Biofertilizante, Micorriza INIFAP. Desplegable Núm 13. SAGARPA-INIFAP.campo Experimental Rosario Izapa, Chis.

Ferrera, C. R. y Alarcón, A. 2008. Biotecnología de los hongos micorrízicos arbusculares. *In*: Mayek, P. N. (eds,). La Biofertilización como Biotecnología Sostenible. Plaza y Valdés, CONACYT. México. pp. 25-38.

Holguín, G., Bashan Y., Puente, E., Carrillo, A., Bethlenfalvay, G., Rojas, A., Vázquez, P., Toledo, G., Bacillo, M., Glick, B., Gónzález, L., Lebsky, V., Moreno, M. y Hernández, J. 2003. Promoción del crecimiento en plantas por bacterias de la rizósfera . Agricultura Técnica de México. 29: 201-211.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 1986. Guía para la

asistencia técnica agrícola, área de influencia del campo experimental Valle del Guadiana. Tercera edición SARH-INIFAP-CIRNOC-CEVAG. Durango, Dgo., México. pp 14-16

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2005. Guía para la asistencia técnica agrícola, área de influencia del campo experimental Valle del Guadiana. Segunda edición SARH-INIFAP-CIRNOC-CEVAG. Durango, Dgo., México. pp 15-21

Olalde, P. V . y Serratos, R. 2008. Biofertilizantes: Micorrizas y bacterias promotoras de crecimiento. *In*: Díaz, F. A. y Mayek, P. N. (eds). La biofertilización como Tecnología Sostenible. Plaza y Valdés, CONACYT, México. pp 5-66.

Servicio de Información Agroalimetaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura, Ganadería,Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SIAP-SAGARPA). 2013. www.siap.gob.mx. Consultado en línea en mayo de 2015.

PRODUCCIÓN DE GRANO Y FORRAJE DE MAÍZ (*Zea mays*) CON DIFERENTES TECNOLOGÍAS EN DOS SISTEMAS DE LABRANZA

Arnulfo Pajarito-Ravelero[1]

[1]INIFAP, Campo Experimental Valle del Guadiana, Durango. pajarito.arnulfo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El maíz es particularmente el cultivo más importante en México, con 7.5 millones de ha de siembra que representa el 33% de la superficie total cultivada en el territorio nacional. Esto sugiere que todas las entidades del país presentan algún nivel de producción, aunque, solo siete de ellas concentran el 64.5% del volumen de producción nacional que son Sinaloa Jalisco, Michoacán, Estado de México, Chiapas, Guerrero y Veracruz (Financiera Rural, 2014). El SIAP-SAGARPA (2014) reportó una superficie de siembra similar a la del año 2013 para producción de grano y 556 mil ha para producir forraje. La importancia de este cultivo es aún mayor cuando se toma en cuenta el valor del forraje para satisfacer la demanda del sector ganadero en la producción de carne y leche, los cuales también son productos altamente demandantes por el consumidor.

El estado de Durango se incluye en el 35.5 % del resto de los estados productores de maíz con 154,504 ha de siembra para producir grano y 45,260 ha para la producción de forraje; el rendimiento de grano promedio es de 1.97 t ha^{-1} y 35.0 t ha^{-1} de forraje en la modalidad de riego más temporal (SIAP-SAGARPA, 2013). Las condiciones de manejo bajo las cuales se reporta la superficie de siembra y el volumen de producción es con el sistema tradicional que incluye entre otros componentes, la preparación de suelos a base de barbecho, rastras y uso de fertilizante químico, sobre todo en la condición de riego. La labranza de conservación, retención o incorporación de residuos y el uso de biotecnologías son componentes que aún no están incluidos en el sistema de producción de este cultivo, por esta razón, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la aplicación de fertilizante químico, micorrizas y residuos de cosecha en dos sistemas de labranza sobre la producción de grano y forraje de maíz.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el Campo Experimental “Valle del Guadiana” (CEVAG) del INIFAP en Durango, durante el ciclo primavera verano de 2013 se estableció un experimento con maíz bajo condiciones de riego más temporal con diferentes tratamientos de fertilización química, labranza y residuos de cosecha. Las coordenadas donde está ubicado el CEVAG son: 24°01’ LN y 104°44’ LW, altitud 1889 msnm y suelos de textura migajón arcilloso. Se utilizó la variedad de maíz VS-201, las fechas de siembra fueron el 11 y 13 de junio para los tratamientos de labranza de conservación

(LC) y tradicional (LT). El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con dos repeticiones y los siguientes tratamientos: 1. Con fertilizante químico, labranza tradicional, sin residuos (CFQ,LT,SR) el cual fue utilizado como testigo; 2.Con fertilizante químico, labranza tradicional, con residuos (CFQ,LT,CR); 3.Con fertilizante químico, labranza de conservación, sin residuos (CFQ,LC,SR); 4. Con fertilizante químico, labranza de conservación, con residuos (CFQ,LC,CR); 5. 50% Fertilizante químico+Micorriza INIFAP, labranza tradicional, sin residuos (50%FQ+MI,LT,SR); 6. 50% Fertilizante químico+Micorriza INIFAP, labranza tradicional, con residuos (50%FQ+MI,LT,CR); 7.50% Fertilizante químico+Micorriza INIFAP, labranza de conservación, sin residuos (50%FQ+MI,LC,SR); 8. 50% Fertilizante químico+Micorriza INIFAP, labranza de conservación, con residuos (50%FQ+MI,LC,CR); 9. Sin fertilizante químico, labranza tradicional, sin residuos (SFQ,LT,SR); 10. Sin fertilizante químico, labranza tradicional, con residuos (SFQ,LT,CR); 11. Sin fertilizante químico, labranza de conservación, sin residuos (SFQ,LC,SR) y 12. Sin fertilizante químico, labranza de conservación, con residuos (SFQ,LC,CR). La formula de fertilización utilizada fue la 120-60-00 recomendada por el INIFAP para el cultivo de maíz de riego en Durango para lo cual se utilizaron urea y superfosfato triple. El 50% de fertilización química se refiere a que se aplicó solo la mitad de la dosis 120-60-00. La MI se aplicó como inoculante a la semilla para lo cual se utilizó en la proporción de1 kg de producto para 20 kg de semilla; dicha inoculación se hizo al momento de la siembra. La LT consistió en dar un barbecho y dos rastras al suelo y la LC consistió en no hacer ninguna labor de preparación en el suelo y sembrar directamente en el lomo del surco de la cosecha anterior. En los tratamientos de LT, la siembra se hizo con una sembradora de presición y en los de LC la siembra se hizo con una maquina de labranza cero. En el caso de los residuos, cuando se preparó el suelo tradicionalmente estos se incorporaron pero cuando se utilizó la LC se dejaron sobre la superficie. Antes de la siembra se aplicó un riego y durante el desarrollo del cultivo dos de auxilio de 7 cm de lámina. Se tomaron datos de densidad de población (Pl/ha), forraje verde (FV) y seco (rastrojo), número de mazorcas (Mz/ha), rendimiento de grano (RG) y peso de grano a través del peso de 100 semillas (P100S). Para estimar estos datos se hicieron cuatro muestreos de 4 surcos de 5 m de largo por repetición y tratamiento cuando el grano del elote ya estaba en estado lechoso masoso. También se registraron los datos de precipitación y temperatura durante el ciclo del cultivo a través de una estación agroclimática ubicada a 500 m de la parcela experimental El análisis de la información se hizo con el programa MS DOS MSTAT C de la Universidad Estatal de Míchigan Versión 2.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza solo mostró diferencias altamente significativas (P≤0.01) entre repeticiones para Pl/ha y solo significativas (P≤0.05) entre tratamientos para FV (Cuadro 1). También se indican los coeficientes de variación (CV) para cada una de las variables analizadas. Las diferencias observadas para las densidades de población fue debido a la pérdida de plantas por el ataque de gusano cogollero que se detectó a los 17 DDS, disminuyendo la cantidad desde la etapa de plántula en algunos tratamientos. También el uso de la maquinaria de labranza de conservación con la que se sembró directamente en el lomo del surco de la cosecha anterior influyó en las densidades de población ya que en algunos casos no quedaba depositada la semilla a la profundidad adecuada por la presencia de residuos que se dejaron como cubierta vegetal. Al respecto Cepeda y Gómez (2010) en canola, también reportaron una disminución en el número de plantas de 42 a 17 en los tratamientos de labranza de conservación con respecto al de labranza convencional. Determinaron que con los tipos de labranza de conservación la densidad de población se vio disminuida entre un 18 a 53 % respecto a labranza convencional.

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza para diferentes variables en maíz con tratamientos de labranza, fertilización y residuos. Durango, Dgo 2013.

Variable	Repetición	Tratamiento	CV (%)
Plantas/ha	1.227**	0.472	10.1
Forraje verde	0.221	2.876*	12.3
Rastrojo	0.035	0.083	17.2
Mazorcas	0.905	0.308	9.0
Rendimiento de grano	0.032	0.006	15.1
Peso de 100 semillas	0.000	0.924	1.84

Asimismo las diferencias en FV fueron debido al efecto de los diferentes componentes tecnológicos aplicados como fue el caso de las diferentes dosis de fertilización usadas que influyeron en el vigor y desarrollo de la planta. Ruíz *et al*., (2010) evaluando dosis de fertilización química y densidades de población en maíz criollo, observaron un gradiente de producción de mayor a menor cuando aplicaron mayores cantidades de fertilizante químico y con altas densidades de población, igual a lo que ocurrió en este trabajo.

En cuanto a los CV, valores que indican la variabilidad existente entre las unidades experimentales (Little y Hills, 1989), al parecer dicha variabilidad es menor en aquellas variables más fácil de medir en su momento como fue el caso del P100 S y número de mazorcas; en cambio, el resto de las variables, mostraron valores más altos debido a que en el momento de su medición, la variable pudo tener diferente grado de desarrollo.

En el Cuadro 2, donde se muestran los promedios de las variables estudiadas, en el caso que corresponde a la aplicación de fertilización completa, se observa que el mayor rendimiento de grano y rastrojo fue obtenido con el testigo, probablemente influenciado por la mayor cantidad de mazorcas y número de plantas. Por el contrario, la producción de forraje verde fue significativamente mayor con el sistema de labranza de conservación, lo cual es otra opción

Cuadro 2. Promedios de rendimiento de grano y forraje con diferentes tratamientos bajo condiciones de riego suplementario en Durango. Año 2013.

Tratamiento	Pl/ha	Forraje Verde (t/ha)	Rastrojo (t/ha)	Mazorcas /ha	Rendimiento (t/ha)	P100S (g)
LT CFQ,SR (T)	70,000a	78.7bcde	16.9	61,250	6.5	31.9
LC,CFQ,SR	59,500abc	83.2abcd	14.70	50,600	5.4	33.1
LT,CFQ,CR	63,000abc	74.8bcde	15.7	52,850	5.5	32.3
LC,CFQ,CR	58,500abc	103.2a	17.3	53,750	6.0	33.2
LT,50%FQ+MI,SR	61,000abc	83.8abcd	16.5	56,000	5.8	32.5
LC,50%FQ+MI,SR	60,000abc	80.8bcd	15.1	52,000	5.4	31.1
LT,50%FQ+MI,CR	61,000abc	89.2abc	16.9	52,750	6.1	32.9
LC,50%FQ+MI,CR	65,000ab	95.4ab	18.6	54,500	5.4	32.5
LT,SFQ,SR	56,000bc	60.3e	13.5	47,500	5.1	32.5
LC,SFQ,SR	62,000abc	66.6de	12.9	49,500	4.9	32.7
LT,SFQ,CR	56,000bc	76.6bcde	12.1	49.000	4.6	32.2
LC,SFQ,CR	51,000c	70,4cde	13.2	48,000	5.3	33.0

y más aún con la incorporación de residuos de cosecha, que superó en. 28.3 t ha^{-1} al testigo. Cabe señalar que la cantidad de agua con la que se obtuvo la producción de grano y forraje fue de 653.6 mm distribuida durante el ciclo del cultivo.

Cuando se aplicó la mitad del fertilizante químico combinado con Micorriza INIFAP, el mayor rendimiento de grano fue obtenido con la labranza tradicional y la mayor cantidad de forraje tanto verde cono seco fue obtenido con la labranza de conservación, ambos con la incorporación de residuos (Cuadro 2). También es importante resaltar que la producción de grano obtenido con el tratamiento LC,50%FQ+MI,CR, estadísticamente fue igual al testigo (LT,CFQ,SR) lo cual puede ser una alternativa para producir grano y forraje disminuyendo los costos de producción al reducir la cantidad de fertilizante químico. . La FQC que se refiere a la

dosis 120-60-00 recomendada por el INIFAP para el cultivo de maíz en riego cuesta $3,420.00 aproximadamente comparado con la dosis 50%FQ+MI, CR cuyo valor es de $1,780.00. Es necesario mencionar que se tomó como base $9.00 el kg de fertilizante químico tanto de Urea como fuente de N como de Superfosfato triple (SPT) como fuente de fósforo y de la micorriza con un costo de $70.00 la dosis de 1 kg para inocular 25 kg de semilla suficiente para una ha. Cabe mencionar que el peso del grano medido a través del P100S no fue afectado por la fertilización química, los valores fueron similares con y sin fertilizante.

Entre los tratamientos sin fertilización, el mayor rendimiento de grano se obtuvo con el tratamiento LC,SFQ,CR (Cuadro 2), que, aunque estadísticamente no fue diferente del tratamiento LT,SFQ,SR, los costos de producción si son más bajos por el ahorro en los gastos del laboreo tradicional . Es evidente que la labranza de conservación con la incorporación de residuos es una buena opción para produccir grano y forraje der maíz en aquellas áreas donde no se utiliza la fertilización química. Martínez (2006) reportó que en un lote con 18 años de antigüedad con labranza de conservación, se han disminuido los montos de inversión entre el 18 y 22% con respecto al sistema convencional por la eliminación del laboreo.

Es importante anotar que los residuos de cosecha, ya sea incorporados o no al suelo, han mostrado tener ventajas en reducción de mano de obra, economía de tiempo, menor desgaste de la maquinaria, economía de combustible, aumento de la productividad a largo plazo, mejoramiento de la calidad del agua superficial, disminución de la erosión, mayor retención de humedad, aumento de la infiltración de agua en el suelo, disminución de la compactación del suelo, mejoramiento de la estructura del suelo, aumento de la vida silvestre, menor emisión de gas carbónico a la atmósfera y reducción de la contaminación del aire (ISTRO, 1997; Mustaghimi *et al*., 1988; Schomberg and Steiner, 1994; Vigil *et al*., 1991), las cuales se comparten con estos autores.

CONCLUSIONES

La producción de grano y forraje de maíz puede mantenerse utilizando la LT;50%FQ+MI,CR y disminuir los costos de producción al reducucir la cantidad de fertilizante químico.

La mayor producción de forraje verde fue obtenida con el tratamiento LC,CFQ,CR, con el cual se disminuyen los costos de producción del cultivo al reducir el laboreo tradicional.

La labranza de conservación con residuos de cosecha es una opción de producción de grano y forraje de maíz para aquellas regiones donde no se fertiliza**.**

BIBLIOGRAFÍA

Cepeda M., A y Gómez B., L. 2010. Respuesta de la canola (*Brassica napus*) a diferentes sistemas de labranza de conservación en secano en la Meseta Purhépecha, Michoacán, México. INFORMACIÓN TÉCNICA ECONÓMICA AGRARIA, VOL. 106 N.º 4 (282-293).

Finaciera Nacional de Desarrollo. 2014. Panorama del maíz. www. Financiera rural. gob. mx. Consulado en febrero, 2015.

ISTRO, 1997. Siembra Directa. International Soil Tillage Research Organization (ISTRO), INFOEXTRA, Vol. 3 N° 1, enero 1997.

Little, M. T. and Hills , F. J. 1989. Métodos estadísticos para la investigación y la agricultura. Segunda edición. Editorial Trillas, S.A de C.V. México D.F. p 26.

Martínez R., A. 2006. Experiencias en la producción de trigo en labranza de conservación. *In*: re Foro de Producción y Comercialización de Trigo en Guanajuato. S. A. Ríos R., E. Solís M. y M. Hernández M. Salamanca, Gto., México. pp 119-123.

Mustaghimi S, Dillaha T. A, Shenhultz V O. 1988. Influence of tillage systems and residue levels on run-off, sediment, and phosphorus losses. Transactions of the ASAE 31: 128-132.

Ruíz T., N .A.; Martínez R., J. N.; Rincón S., F.; Martínez R., J. M.; Burciaga D., H. C. y Olver E., M. 2011. Efecto de densidades de población y dosis de fertilización en maíz criollo. XI Simposio Internacional y VI Congreso Nacional de Agricultura Sostenible. Agrotecnia. Agricultura Sostenible Vol 7. San Luís potosí, México.

Schomberg H. H, Steiner J. L. 1994. Predicting crop residue distribution and cover for erosion modeling. pp. 27-34 in the proceedings of Great Plains Agriculture Council Crop Residue Management Conference, August, 1994 at Amarillo, TX.

Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera - (Siap -SAGARPA). 2013. Agricultura. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Producción anual Nacional por Estado. http://www.siap.gob.mx/cierre de producción agrícola por estado/. Consultado en febrero, 2015.

Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera - (Siap -SAGARPA). 2014. Agricultura. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Producción anual Nacional por Estado. http://www.siap.gob.mx/cierre de producción agrícola por estado/. Consultado en febrero, 2015.

Vigil MF, Kissel D E, Smith S J. 1991. Field crop recovery and modeling of nitrogen mineralized from labeled sorghum residue. Soil Sci. Soc. Am. J. 55:1031-1037.

EVALUACIÓN DE HÍBRIDOS DE MAÍZ DE GRANO BLANCO Y AMARILLO EN DOS LOCALIDADES DEL NORTE DE TAMAULIPAS

César Augusto Reyes Méndez[1], Rosendo Hernández Martínez[1]

[1]INIFAP-Campo Experimental Río Bravo. Carretera Matamoros-Reynosa, Km 61. A.P. 172. C.P. 88900. Río Bravo, Tamaulipas, México. Tel: 01 55 38 71 8700. Ext. 83226 o 83232. Autor para correspondencia: (reyes.cesar@inifap.gob.mx).

INTRODUCCIÓN

En México se realizan esfuerzos para aumentar el rendimiento de grano de maíz (*Zea mays* L.), debido a la importancia que tiene como alimento, forraje y materia prima para la industria. La siembra de variedades mejoradas, precedida por la producción y utilización de semilla de óptima calidad, ofrece la perspectiva de un rápido y considerable aumento en la productividad de este cereal. Para lograrlo se efectúan investigaciones en aspectos básicos y tecnológicos, así como también en producción de semilla, por parte de empresas privadas e instituciones públicas. En el 2013 se sembraron en el país 7.5 millones de hectáreas de maíz para grano con rendimiento medio de 3.19 t ha^{-1} y un volumen de producción de 22.7 millones de toneladas (SIAP-SAGARPA, 2015). Previsiones del Departamento de Agricultura de Estados Unidos calculan que en 2015 nuestro país produciría 22.5 millones de toneladas, pero la demanda doméstica sería de 32.75 millones. Es decir, existirá un déficit de 45.5 %; no obstante, de la cosecha se exportarían 500 mil toneladas, reponiéndolas en las importaciones totales. Por lo anterior, el país tendría que hacer compras al extranjero por 10.9 millones de toneladas, lo que representa poco más de 6 % de la oferta disponible en los mercados internacionales (SIAP-SAGARPA, 2015). En el norte de Tamaulipas, en las áreas de riego del ciclo otoño-invierno, la siembra anual de maíz de grano blanco y amarillo con semilla híbrida en el período 2010-2012 fue de 65,000 ha con un rendimiento medio de 5.85 t ha^{-1}. En la región están presentes diferentes compañías productoras de semilla que ofrecen un buen número de híbridos, entre ellos podemos encontrar genotipos de diferente color de grano, precocidad, potencial de rendimiento, altura de planta y diferentes precios de semilla. Lo anterior representa una amplia variedad de opciones de acuerdo a los gustos, preferencias, capacidad económica y necesidades de los agricultores. Los productores de este cultivo requieren información de los materiales que producen altos rendimientos de grano y tienen mejor adaptación a las condiciones de clima y suelo que se presentan en el norte de Tamaulipas. Bajo este contexto, el estudio tiene como objetivo evaluar el rendimiento de grano de híbridos de maíz de grano

blanco y amarillo procedentes de diferentes compañías de semilla, bajo condiciones de riego en las localidades de Río Bravo y Díaz Ordaz, Tamaulipas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó durante el ciclo O-I 2013-2014 bajo condiciones de riego en las localidades del municipio de Díaz Ordaz y en el Campo Experimental Río Bravo, Río Bravo, Tamaulipas. Se utilizaron 22 híbridos comerciales: 10 de grano amarillo (N83N5, G-8285, DK 1030Y, 30R50, P3097, G-Star-8801, TG-8535i, Croplan 6818, HEARB-2 y H-443A) y 12 de grano blanco (Garañón, Gorila, 30P49, DK-3000, Croplan-9401, H-439 y H-437) y cinco experimentales desarrollados por el programa de maíz del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

Las siembras se realizaron el 14 y 17 de febrero en Díaz Ordaz y Río Bravo, respectivamente. En cada uno de los sitios, los híbridos se distribuyeron en un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones; cada unidad experimental consistió en dos surcos de 5 m de largo y con separación entre surcos de 0.8 m, sembrando a una densidad de 70,000 plantas/ha. Los ensayos se manejaron de acuerdo al paquete tecnológico para maíz recomendado por el INIFAP-CERIB. (Reyes *et al*., 1990).

La cosecha se realizó el 9 y 28 de julio en Díaz Ordaz y Río Bravo, respectivamente. Al momento de la cosecha, se colectaron los dos surcos centrales, con un total de 40 plantas con competencia completa. Se evaluó la variable rendimiento de grano ajustado al 14 % de humedad (REND). Los datos de la variable se analizaron con el programa Statitical Analysis System (SAS) Versión 9.0. La comparación de medias se hizo mediante la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS P≤0.05 y 0.01).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentan los cuadrados medios del análisis de varianza y el nivel de significancia estadística para el carácter rendimiento de grano por cada localidad (Cuadro 1). En el cual se observan en los híbridos diferencias significativas (P≤0.01) en ambas localidades. La existencia de estos contrastes puede interpretarse como una consecuencia de la diversidad genética entre los híbridos comerciales involucrados en este estudio ya que provienen de diferentes empresas y por consecuencia de distintos fondos genéticos. El crecimiento y desarrollo de las plantas dependen de su constitución genética, de las condiciones de suelo y clima en donde se ha

establecido el cultivo. Asimismo, la época de siembra y la variedad son factores críticos en todos los sistemas de producción, los genotipos responden diferencialmente a los factores del ambiente (principalmente plagas, enfermedades y temperatura) que se manifiestan en diversos grados a lo largo de la estación del crecimiento y que impactan el rendimiento económico y la calidad del producto (Ramírez *et al*., 2010). Los coeficientes de variación fueron de 6.7 y 7.2 % para Díaz Ordaz y Río Bravo, respectivamente, lo que revela que la evaluación estuvo bien conducida y las diferencias existentes entre los híbridos se atribuyen a las condiciones climáticas, edáficas y químicas de cada localidad o al material genético utilizado.

Cuadro 1. Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza para la variable rendimiento de grano de 22 híbridos de maíz en Díaz Ordaz y Río Bravo, Tamaulipas. COTESE. Riego. Ciclo O-I 2013-2014.

		Díaz Ordaz	Río Bravo
F.V.	G.L	Cuadrados Medios	
Híbridos	4	3877505.775**	6858521.46**
Repeticiones	3	281194.677	433789.27
Error	63	420885.857	497645.35
Coeficiente de Variación (%)		6.7	7.2

** = Significativo a P<0.01; F.V.= Fuente de Variación; G.L.= Grados de Libertad.

El análisis de varianza combinado de ambas localidades se presenta en el Cuadro 2. Lo cual revela que se encontraron diferencias altamente significativas entre híbridos; a diferencia de otros experimentos conducidos en años anteriores, utilizando la mayoría de los materiales híbridos en estudio. No se encontraron diferencias estadísticas entre localidades ni interacción genotipo x localidad. Esto nos indica que los híbridos se comportaron de manera similar en ambas localidades y que el ambiente no repercutió para que el material expresara su mayor potencial de rendimiento y las diferencias entre los híbridos se atribuyen a la genética que porta cada genotipo.

Cuadro 2. Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza combinado para la variable rendimiento de grano de 22 híbridos de maíz en Díaz Ordaz y Río Bravo, Tamaulipas. COTESE. Riego. Ciclo O-I 2013-2014.

F.V.	G.L.	Cuadrados Medio
Híbridos	21	10158782.55**
Localidades	1	426607.70
Híbrido x Localidad	21	577244.68
Error	126	459265.60

** = Significativo a P<0.01; F.V.= Fuente de Variación; G.L.= Grados de Libertad.

En el Cuadro 3 se presentan las pruebas de medias de los híbridos evaluados para las dos localidades, revelan que en el ambiente de Díaz Ordaz los rendimientos de grano de todos los maíces evaluados oscilaron de 8.289 a 11.787 t ha^{-1} con un promedio general de 9.719 t ha^{-1}. Así mismo para la localidad de Río Bravo el rendimiento de los 22 genotipos fluctuó de 7.850 a 12.910 t ha^{-1} teniendo un promedio de 9. 844 t ha^{-1}. Al respecto, Reyes *et al*. (2009) encontró que en ensayos de rendimiento de grano en condiciones de riego de 2005 a 2008 en el ciclo otoño-invierno, en localidades ubicadas a menos de 1000 m de altitud, en los municipios de Altamira, Abasolo, Río Bravo y Díaz Ordaz, Tamaulipas; Zaragoza, Nava y Jiménez, Coahuila, el promedio de rendimiento de grano del H-443A fue de 7.1 t ha^{-1} (de 4.9 a 8.3 t ha^{-1}) similar al de los híbridos comerciales testigos: A7573Y, P30F53 y DK2020Y, que produjeron 6.8, 6.9 y 7.3 t ha^{-1}. Los rendimientos superiores a 10 t ha^{-1} en ambas localidades de los híbridos Garañón, Gorila, 30P49, 3097, DK-3000, DK-1030Y, N83N5, 30R50, TG8535i y Croplan 6818, genotipos del color de grano blanco y amarillo, es una indicación de que el color de grano es un factor independiente del potencial de rendimiento y que dicho carácter se le atribuye a la constitución genética de cada material. Por al contrario, Cantú *et al*. (2010) evaluaron diversas fechas de siembra durante varios años en la región norte de Tamaulipas, llegando a la conclusión que los maíces amarillos son más productivos que los de grano blanco. Los híbridos H-437, H-439 y H-443A, cuyo rendimiento fluctuó entre 7.850 y 9.217 t ha^{-1} aunque mostraron menor rendimiento, comercializan su semilla más barata que las empresas privadas, representando una alternativa más para el agricultor maicero de Tamaulipas, especialmente los de bajos recursos económicos. Por otro lado, Reyes y Cantú (2008) evaluaron híbridos de maíz amarillo y mostraron que el rendimiento promedio de grano obtenido de los genotipos Tigre Y, TechAg 8535, H-443A, Pioneer 30F53, Dekalb 2020Y y Pioneer 32R48 fue de 6.51, 6.30, 6.05, 6.03, 5.51 y 5.01 t ha^{-1} respectivamente. En esta misma región, Cantú y Reyes (2010) señalan que

los híbridos de maíz amarillo N83N5 y DK-2020Y presentaron rendimientos de grano de 11.29 y 8.03 t ha^{-1} durante el ciclo otoño-invierno.

Cuadro 3. Comparación de medias (DMS, P<0.05) en la variable rendimiento de grano en t ha^{-1} en 22 híbridos de maíz en Díaz Ordaz y Río Bravo, Tamaulipas. Ciclo O-I 2013-2014.

Genotipos	Díaz Ordaz	Río Bravo	Promedio
Garañón	11.787 A	12.910 A	12.349 A
Gorila	11.252 AB	11.978 AB	11.615 B
30P49	10.898 ABC	11.159 BC	11.029 BC
DK-3000	10.885 ABC	10.833 C	10.859 C
P3097	10.809 BC	10.836 C	10.823 C
30R50	10.603 BCD	10.488 CDE	10.546 DC
N83N5	10.496 BCD	10.602 CD	10.549 DC
DK-1030Y	10.021 CDE	10.760 CD	10.391 CDE
G-8285	9.813 DEF	9.785 DEFG	9.799 EFG
TG8535i	9.759 DEFG	10.417 CDE	10.088 DEF
Croplan 6818	9.386 EFGH	10.208 CDEF	9.797 EFG
HEARB-2	9.375 EFGH	9.570 EFGH	9.473 FGH
Experimental 1	9.279 EFGH	8.997 GHI	9.138 GHI
Experimental 5	9.148 EFGHI	8.324 IJ	8.736 IJK
Experimental 3	9.145 EFGHI	8.429 IJ	8.787 IJK
Experimental 2	9.070 FGHI	8.570 IJ	8.820 HIJK
G-Star8801	8.998 FGHI	9.200 GHI	9.099 HI
H-437	8.862 GHI	9.217 FGHI	9.040 HIJ
H-443A	8.821 HI	7.850 J	8.336 K
Croplan 9401W	8.561 HI	8.672 HIJ	8.617 IJK
H-439	8.554 HI	8.707 HIJ	8.631 IJK
Experimental 4	8.289 I	8.464 IJ	8.377 JK
Promedio general	**9.719**	**9.844**	**9.782**

*Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales (P<0.05).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio permiten concluir que en las dos localidades se encontraron diferencias estadísticas significativas para el carácter rendimiento y no se encontró diferencia entre localidades ni interacción híbrido x localidad. Las pruebas de medias revelaron que los híbridos de grano de color blanco con mayor rendimiento fueron; Garañón, Gorila, 30P49, DK-3000 y genotipos de grano amarillo con mayor producción fueron; P3097, N83N5, 30R50 y DK-1030Y, todos ellos con rendimientos superiores a las 10 t ha^{-1} en ambas localidades. Se concluye que en cada región se encuentran numerosos híbridos de maíces, representando una amplia variedad de opciones de acuerdo a los gustos, preferencias, capacidad económica y necesidades del productor.

BIBLIOGRAFÍA

Cantú AMA; CA Reyes M. 2010. Efecto de niveles de humedad sobre características agronómicas de híbridos de maíz. Va. Reunión Nacional de Innovación Agrícola. San Francisco de Campeche, Campeche.

Cantú AMA; CA Reyes M; LA Rodríguez del B. 2010. La fecha de siembra: una alternativa para incrementar la producción de maíz. INIFAP. Folleto técnico No. 44. Río Bravo, Tamps., México.

Ramírez DJL; JJ Wong P; JA Ruiz C; M Chuela B. 2010. Cambio de fecha de siembra del maíz en Culiacán, Sinaloa, México. Rev. Fitotec. Mex. 33(1): 61-68

Reyes MCA; Girón CJR; Rosales RE. 1990. Guía para producir maíz en el norte de Tamaulipas. Folleto para productores No. 7. SARH-CIFAP-CERIB. Río Bravo, Tamaulipas, México. 31p.

Reyes MCA; MA Cantú A. 2008. Comportamiento del híbrido de maíz amarillo H-443A en parcelas de agricultores de Tamaulipas, México. Memoria de la Tercera Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal. INIFAP. Mérida, Yucatán.

Reyes MCA; MA Cantú A; M de la Garza C; G Vázquez C; H Córdova O. 2009. H-443A, híbrido de maíz de grano amarillo para el noreste de México. Rev. Fitotec. Mex. 32(4): 331-333.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesca de la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y alimentación (SIAP-SAGARPA). 2015. Estadísticas agrícolas por entidades de México. URL: http://www.siap.sagarpa.gob.mx.

RENDIMIENTO DE AVENA FORRAJERA ESTABLECIDA BAJO UN SISTEMA AGROFORESTAL EN EL SURESTE DE COAHUILA

Antonio Cano Pineda[1]*, José Ángel Sigala Rodríguez[2], Homero Sarmiento López[2]

[1]INIFAP-Campo Experimental Saltillo. Carretera Saltillo Zacatecas Km 342+119 No. 9515, Col. Hacienda de Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. *cano.antonio@inifap.gob.mx. [2]INIFAP-Campo Experimental Valle de Guadiana. km 4.5 Carretera Durango-El Mezquital. Durango, Dgo. México. C. P. 34170.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas agroforestales son una forma de uso de la tierra en donde las plantas leñosas perennes interactúan biológicamente en un área con cultivos y/o animales; el propósito fundamental es diversificar y optimizar la producción para un manejo sostenido. En estos sistemas, especies leñosas (árboles y arbustos) son utilizados en asociación deliberada con cultivos agrícolas o animales en un arreglo espacial o cronológico en rotación con ambos, y permiten obtener productos agrícolas y pecuarios al mismo tiempo que se lleva a cabo el manejo de plantaciones de tipo forestal (Musálem, 2002).

Por otro lado, diferentes tecnologías de fertilización e inoculación de organismos benéficos pueden ser utilizadas para amortiguar los efectos de competencia entre los cultivos anuales y perennes y con ello incrementar la productividad y rentabilidad de las tierras (Swędrzyńska, 2000; Biofábrica Siglo XXI, 2014; Deiss *et al*., 2014).

*Pinus greggii h*a mostrado tener buen potencial para el establecimiento de plantaciones forestales en varias regiones del país, entre ellos el estado de Coahuila, y puede ser utilizado particularmente como árbol de navidad (Prieto *et al*., 2008); tiene buena rentabilidad pues en buenas condiciones de crecimiento puede cosecharse alrededor de cuatro o cinco años después de la plantación, pudiendo mientras tanto compartir su espacio de crecimiento con especies forrajeras como la avena. El cultivo de la avena es una buena opción para la producción de forraje para la alimentación de animales en temporales críticos, como lo son los climas templados semiáridos. Sus menores requerimientos de humedad y tiempo para lograr producir, convierten a la avena en una buena alternativa, y su siembra en temporales limitantes es buena opción para que el productor logre mayor rentabilidad en comparación con maíz forrajero de temporal (López *et al.*, 2006).

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el rendimiento de forraje obtenido con avena establecida y cultivada bajo un sistema agroforestal aplicando diferentes tratamientos de fertilización, en combinación con *Pinus greggii* como componente forestal.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en la estación Emiliano Zapata del Campo Experimental Saltillo del INIFAP, ubicada en el municipio de Arteaga, Coahuila, a 30 km de la ciudad de Saltillo por la carretera 57, Saltillo-Matehuala, en las coordenadas geográficas 25º16´2.2" N y -100º46´27.3" O, a una altitud de 2034 msnm. El clima predominante es del tipo subtrópico semiárido templado; el valor promedio de temperatura oscila entre los 16 y 17 ºC y se registra una precipitación promedio anual de 400 mm (García, 1987). Se utilizó un lote plantado con árboles de navidad de la especie *Pinus greggi* recién establecidos. Esta plantación se estableció a una densidad de 2222 árboles ha^{-1} con separaciones de 1.5 m entre árboles y 3 m entre hileras. Se registró un promedio de 38.2 cm de altura del arbolado y un diámetro basal promedio de 4.47 mm y en consecuencia un tamaño de copa muy reducido.

La siembra se realizó el 07 de julio de 2014 en las franjas (callejones) de 2 m de ancho que quedaron útiles entre hileras de árboles. Se consideraron 3 repeticiones y la unidad experimental consistió en una franja de 50 m de longitud. En esta superficie se sembró avena (cv. Avemex) al voleo. La siembra se realizó posteriormente de la preparación del terreno cuando se inició el temporal de lluvias, después que se acumuló una cantidad suficiente de humedad para asegurar la germinación y emergencia de las plantas. No hubo necesidad de aplicar riegos de auxilio para asegurar la emergencia de la semilla y la precipitación acumulada durante el ciclo fue de 273.6 mm (INIFAP. 2014).

Los tratamientos de incluyeron la fertilización química, inoculación con *Azospirillum* y *Glomus* y el tratamiento de fertilización química más inoculación de *Azospirillum y Glomus*. En el tratamiento de fertilización química se aplicó la dosis 40-40-00, al momento de la siembra (López *et al.,* 2006). En el proceso de inoculación se incluyó el uso de bacterias contenidas en el producto AzoFer® (*Azospirillum brasilense*) y el hongo micorrízico (*Glomus* sp.) presente en MicorrizaFer® (Biofábrica Siglo XXI, 2014). Los productos inoculantes se aplicaron en una sola ocasión directamente en la semilla que sería utilizada durante la siembra. La inoculación de los microorganismos se realizó según las recomendaciones del fabricante utilizando un adherente y dejando posteriormente secar la semilla antes de la siembra. En el tratamiento combinado (fertilización química + inoculación) se aplicaron ambos procedimientos. El control de la maleza se realizó mediante deshierbes manuales realizados con la ayuda del azadón.

Después de la emergencia de la espiga, se muestreó de manera sistemática en tres sitios de cada franja utilizando un cuadrante de 25 x 25 cm. Las plantas incluidas en el sitio de muestreo se cortaron al ras del suelo y se colocaron en bolsas de papel previamente rotuladas.

Posteriormente se pesó el forraje verde con el uso de una balanza digital con precisión de 0.01 g. Después, las muestras fueron secadas en una estufa de aire forzado y se obtuvo su peso seco. Los datos transformados en kg ha^{-1} se analizaron en un diseño experimental completamente aleatorio con arreglo factorial (dos sistemas o ambientes de siembra, tradicional y agroforestal y tres tratamientos de inoculación). Cuando el análisis de varianza mostró diferencias estadísticas se realizó la comparación de medias con la prueba de Tukey (P≤ 0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de varianza mostraron diferencias significativas (P≤0.05) entre los sistemas o ambientes de siembra y los tratamientos de inoculación, para los rendimientos en peso verde y seco. La interacción entre sistemas de siembra y tratamientos no presentó significancia estadística para las mismas variables mencionadas (Cuadro 1).

Cuadro1. Cuadrados medios del análisis de varianza en variables evaluadas en avena cultivada en dos ambientes de siembra y tres tratamientos de fertilización, en Arteaga Coahuila.

Fuentes de variación	gl	Forraje verde	Forraje seco
Ambiente (A)	1	130005000.00*	1223725.827*
Tratamiento (T)	2	1614688.89*	337003.312*
Repetición	2	1945605.56	1265547.512
AxT	2	2216466.67	208422.407
AxTxR	10	857712.22	495450.088

gl =grados de libertad * = significativo (p≤0.05).

No existió efecto del elemento forestal en el rendimiento del forraje debido al pequeño tamaño que representa el componente forestal (pinos); sin embargo, la producción media total de materia verde (5224 kg ha^{-1}) fue mayor en el ambiente agroforestal que en el ambiente tradicional (3524 kg ha^{-1}), situación que puede ser debida a la presencia de roya durante una parte del desarrollo del cultivo, misma que se presentó en ambos ambientes, pero que fue un poco más severa en este último y que pudo afectar el rendimiento final (Cuadro 2). Adicionalmente, la parcela del ambiente tradicional se localizó entre otros cultivos (maíz), y se considera que no tuvo mayor influencia en el

desarrollo de la avena. Por otro lado, el valor promedio total de forraje seco fue menor 2556.31 kg ha^{-1} contra 3077.78 kg ha^{-1} para el ambiente agroforestal y el tradicional, respectivamente.

Los tratamientos conteniendo fertilización química, mostraron una tendencia a lograr mejores rendimientos en la producción de forraje verde y seco en ambos ambientes de producción (Cuadro 2). En el sistema Agroforestal el mayor rendimiento lo presentó el tratamiento químico (6026.66 kg ha^{-1}) mientras que en el sistema tradicional el tratamiento combinado y el de inoculación no presentaron diferencia estadística.

Cuadro2. Promedios de variables evaluadas en avena cultivada en dos ambientes y tres tratamientos de fertilización en Arteaga Coahuila.

Tratamiento	**Forraje verde (kg ha^{-1})**	**Forraje seco (kg ha^{-1})**
	Ambiente Agroforestal	
Fertilización Química (FQ)	6 026.66[a]	2 659.60[a]
Inoculación (INOC)	5 680.00[a]	2 843.66[a]
FQ+INOC	3 966.66[b]	2 165.66[b]
Promedio	5 224.44	2 556.31
	Ambiente Tradicional	
Fertilización Química (FQ)	3 253.33[a]	2 833.60[a]
Inoculación (INOC)	3 733.33[b]	3 318.90[b]
FQ+INOC	3 586.66[b]	3 080.86[b]
Promedio	3 524.44	3 077.78

Literales diferentes en cada columna =diferencia significativa Tukey (P≤.05)

Los resultados obtenidos muestran que existe una influencia de la fertilización química en el rendimiento en materia verde y seca de la avena, tendencia que se reflejó en ambos ambientes de producción.

CONCLUSIONES

Los resultados, indican que existe una influencia positiva de la fertilización química en el rendimiento de forraje verde y forraje seco de avena (*Avena sativa*) bajo las condiciones de evaluación en el sureste de Coahuila, mientras que, la inoculación con microorganismos (*Glomus* sp. y *Azospirillum brasilense*) no suple por sí misma el total de los requerimientos nutricionales de esta especie. Por otro lado el componente forestal tuvo efecto en el rendimiento de la avena debido a lo pequeño de su talla, por lo que es posible obtener mejores rendimientos de forraje durante los primeros años en los que no existe, sobre todo, interferencia de la luz solar.

BIBLIOGRAFIA

Biofábrica Siglo XXI. 2014. Azofer, Rhizofer y Micorrizafer. Documento en línea consultado 13/09/2014. http://www.biofabrica.com.mx/blog/?cat=8.

Deiss, L.; A. de Moraes; A. Pelissari; F. Skora N.; E. B. de Oliveira and V. Porfirio-da-Silva. 2014. Oat tillering and tiller traits under different nitrogen levels in an eucalyptus agroforestry system in Subtropical Brazil. Ciência Rural, Santa Maria. 44(1): 71-78.

García M., E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 4a. ed. Enriqueta García de Miranda. México, D. F. 217 p.

INIFAP [Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias]. 2014. Agroclima. Red Nacional de Estaciones Estatales Agroclimatológicas. Consultado en línea 09 de noviembre de 2014. (http://clima.inifap.gob.mx/redinifap/estaciones.aspx).

López H., J.; González R. H.: Castro R., V. M.; Villaseñor M., H. E y Espitia R., E. (2006) Nueva variedad de avena forrajera para temporal en Durango. Folleto técnico Núm. 24. INIFAP. Campo Experimental Valle de Guadiana, Durango Dgo., México. 17 P.

Musálem, M. A. 2002. Sistemas agrosilvopastoriles: una alternativa de desarrollo rural sustentable para el trópico mexicano. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 8(2): 91-100.

Prieto R., J. A.; M. C. Perales C. y J. C. Monárrez G. 2008. Cultivo de árboles de navidad en clima semiárido. Folleto Técnico No. 32. Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, Dgo. 54 p.

Swędrzyńska, D. 2000. Effect of inoculation with *Azospirillum brasilense* on development and yielding of winter wheat and oat under different cultivation conditions. Polish Journal of Environmental Studies 9(5): 423-428.

RIEGO SOLAR AUTOMATIZADO POR GOTEO- CINTILLA EN INVERNADERO TIPO TUNEL CON CHILE HABANERO

***Abel Román López[1], Marco A. Inzunza Ibarra[1], Magdalena Villa Castorena[1], Ernesto A. Catalán Valencia[1],**

[1] INIFAP CENID-RASPA Km 6.5 margen derecha canal Sacramento C.P. 35140 Gómez Palacio Durango. *Email: roman.abel@inifap.gob.mx,

INTRODUCCIÓN

En México, el bombeo fotovoltaico (BFV) de agua que utiliza la energía solar renovable y su aplicación en riegos presurizados como goteo y microaspersion no se ha generalizado, en contraste; el uso de celdas fotovoltaicas, se ha centrado más en, casas habitación, granjas, aparatos y herramientas para el hogar y talleres, motores eléctricos, bombas para extraer agua del subsuelo de bajas profundidades y almacenarla en un aljibe superficial (SNL 2001), en irrigación, el BFV requiere un deposito elevado a 7-10 m de altura, carga hidrostática que requiere un riego a presión y esto adicionado al costo de adquisición del BFV puede desmotivar su implementación por incosteable, el uso de este BFV conectado a un riego por goteo en cultivo de tomate fue estudiado por Román e*t al.* 2013; algunos resultados de investigación, en dicho cultivo, goteo y bombeo usando energía eléctrica generada con recursos no-renovables, se reporta incremento en producción superior al 400 % con ahorro de agua hasta un 30 - 40 % (Román *et al.,* 2007); sobre lo mismo (goteo, tomate, energía no renovable) en invernaderos datan incremento de hasta un 1000 % en rendimiento con ahorro de agua de hasta 40 - 50 % (Flores *et al.*, 2007), ambos comparativos son con respecto al riego por gravedad a nivel distrito de riego de la Comarca Lagunera.

El uso indiscriminado de combustibles fósiles para generar energía eléctrica, incrementa en forma sensible la emisión de contaminantes a la atmosfera en forma de óxido de nitrógeno, óxido de azufre, monóxido de carbono, dióxido de carbono y partículas suspendidas (Gutiérrez, 2001). La energía del sol es la fuente de energía más abundante del planeta y puede ser aprovechada en las fuentes de energía renovable, evitando así generar más contaminación a la atmosfera, como el resto de las energías renovables, la tecnología fotovoltaica que consiste en convertir directamente la radiación solar en electricidad es una fuente de energía

descentralizada, limpia e inagotable. La tecnología propuesta ofrece la oportunidad de aprovechar la vasta energía solar disponible que no está siendo aprovechada para la producción de alimentos; brinda también la ocasión de mejorar las condiciones de vida de la población en áreas marginadas carentes de infraestructura energética y de tecnología de riego. Además, uno de los beneficios importantes de esta tecnología es la obtención de productos agrícolas sin costos de energía, mano de obra por la aplicación del riego y las ventajas del riego localizado.

Los dispositivos actuales de automatización del riego utilizan energía no renovable, por tal razón, el automatismo de un BFV es dificultoso ante la falta de mecanismos y además se requiere de un conjunto de baterías para almacenar la energía generada por el sol, ante este panorama, una alternativa redituable para la producción de hortalizas son los invernaderos en donde se considera que en dichas condiciones de agricultura protegida deben ser explorados este tipo de innovaciones. Sin embargo, los logros de investigación en invernadero con relación a la automatización del riego y fertirriego, también ha sido mediante autómatas creados para bombeo de energía no renovable, ante este escenario, en este trabajo se optó por implementar la automatización de una bomba solar bajo invernadero, con dispositivo o controlador propio y la aplicación del riego en un cultivo hortícola (chile habanero) para indagar la calendarización de riego, fertilización, y algunos otros aspectos en el desarrollo y rendimiento del cultivo.

Esta propuesta complementa una alternativa más de sustentabilidad de la producción agrícola utilizando la fuente de energía renovable solar que contribuya al ahorro de energía y combate a la pobreza extrema en regiones marginadas. Un inconveniente de estos sistemas es el alto costo de adquisición, así como la falta de asesoría y capacitación técnica al usuario en los países en vías de desarrollo.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se llevó a cabo en un invernadero tubular de 8X28 m tipo túnel sin clima, cubierto con malla sombra “antiafido” 50:50 y plástico transparente preparado con correderas manuales tipo cortina para enrollarlo y así ventilar el túnel, también se contó con un equipamiento de bombeo foto voltaico (BFV) de 160 Watts de potencia de

los paneles solar (2 de 80 W en serie) para una proyección de dotación de agua de 3500 L dia^{-1},carga total dinámica (CTD) de 30 m, y 6 horas para disponer de una radiación solar (Rs) promedio de 550 a 600 w m^{-2} para los meses de Julio a diciembre; dichas infraestructuras están disponibles en del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria Relación Agua Suelo Planta Atmósfera. (CENID – RASPA) del INIFAP., además se contó una estación climatológica automática donde se capturo la (Rs) durante todo el ciclo del cultivo.

Se desarrolló un control electrónico que interactuaba con un sensor de humedad ambos sobrepuestos al BFV (ver Figura 1), mediante un conjunto de 5 baterías dentro de la caja de control se convertía la energía de directa a alterna mediante un inversor de esta manera, se controlaba el apagado y encendido del BFV.

Figura 1. Automatización de BFV en riego por goteo-cintilla aplicado en habanero bajo invernadero de túnel (al fondo, al centro), se muestra el controlador de riego y sensor de humedad implementados al BFV.

El invernadero no cuenta con contenedor, tiene un sustrato de 30 cm conformado a 20 cm de arena fina y 10 cm de grava menuda ambas de rio, el suelo original posterior a los 30 cm de profundidad la textura es arcillosa y compactada, mediante un levantamiento topográfico se le hicieron drenes colectores de agua para el lavado de sales de los cuales carecía; para los riegos se diseñó e instalo una cintilla de goteo Nº 6000 (0.15 mm) de espesor y diámetro interior de 16 mm, salidas de goteo turbulento espaciados a 30 cm que proporciona un caudal de 1.04 L h^{-1} por emisor, 6 líneas

regante con flujo de emisión de 340 LPH por cada 100 m, de 25 m de longitud espaciadas a 1.2 m enterradas a 10 cm en la arena, conectadas a un distribuidor de PVC de una pulgada de diámetro mismos que conformaron la unidad de riego por goteo con su válvula solenoide en donde se indicaba mediante un manómetro una carga hidráulica de operación de 7.4 m y un gasto de bombeo de 510 LPH, lográndose esto, mediante una recirculación en la descarga de la bomba solar; continuadamente, mediante una evaluación de la unidad de riego, se valida que la uniformidad de emisión proyectada está en un 99 %, se aprecia además que con este flujo bombeado y uniformidad de regadío se mantenga a capacidad de campo los 30 cm de profundidad, y asimismo que el fertiriego intermitente proyectado (solución madre) también permanezca en el sustrato de suelo para la nutrición de las plantas, variedad "habanero" anaranjado, el almacigo se hizo en charolas y cuando las plántulas tuvieron una altura de 15 a 17 cm y de seis a ocho hojas se llevó a cabo el trasplante, antes del mismo, se aplicó una lámina de riego de establecimiento de 1.47 cm, posteriormente, los riegos de reposición se dieron de la siguiente manera, se ajustaba el sensor de humedad a voltajes siguientes durante el ciclo, se inició desde trasplante con 0.5 VAC, hasta 0.9 VAC para distintas cantidades de agua y esta se monitoreaba en el suelo mediante muestreo gravimétrico, y por otro lado, de forma manual un fertirriego con duración de 10 a 20 min, las láminas de riego variaron conforme a la edad del cultivo; para la nutrición del cultivo. Se adoptó los productos solubles recomendados para habanero por Villa *et. Al.,* 2010. El fertirriego se daba mediante un tinaco con la solución madre y con una bomba eléctrica en paralelo a la alimentación al sistema de riego solar, con duración de 10 a 20 minutos diarios, se usaron tres soluciones nutritivas, las cuales se aplicaron conforme al desarrollo del cultivo. La primera solución (s1) se aplicó durante un mes después del trasplante, la solución dos (s2) se aplicó durante 15 días durante el desarrollo del cultivo y la última solución (s3) se aplicó gran parte del desarrollo del cultivo hasta la cosecha total, las dosis de las soluciones citadas, son mostradas en el cuadro 1.

Cuadro 1. Concentración de nutrimentos usada en las diferentes soluciones nutrimentales para chile habanero irrigado con BFV automatizado.

	S1	S2	S3
fertilizante	gr/l de agua	gr/l de agua	gr/l de agua
multi MKP	0,245	0,343	0,408
multi NPK	0,182	0,309	0,364
Nitrato de Mg	0,461	0,553	0,932
nitrato de Ca	0,449	0,827	0,563
maxiquel	0,035	0,045	0,045
ac. Fosforico	0,17	0,13	0,17

Con respecto a las plagas y enfermedades, el principal fue la mosca blanca que a su vez implanto otras plagas como la araña roja, combatidas con abamectina, orgánicos neem, neg balancer,y starion; también se atendieron problemas de nutrición mediante aplicaciones foliares con foliar blend y agromil; se realizaron labores de escarda continuos para la maleza y para diluir la formación de algas en torno a las líneas regantes producto de la solución madre, se colocaron tutorados con rafia colgando del techo tubular y deshojado de hojas senescentes para le ventilación y evitar propagación de enfermedades. La cosecha se llevó a cabo cuando el fruto mostró el color anaranjado característico del material genético, la primera se realizó a los 97 días después de trasplante, Se hicieron 13 cosechas en total en rango por corte 8 a 15 días, Se cuantifico el rendimiento de chile por metro lineal distribuyéndose geométrica y alternadamente metros lineales en las hileras de plantas 3 metros una línea, 2 metros la siguiente hasta tener un total de 15 metros lineales de muestreo, los datos cosechados se someten a una prueba estadística de función de distribución normal (FDN) y sesgada a la normal para de esta manera obtener La media poblacional del rendimiento (kg m^{-2}), Posteriormente el criterio para seleccionar la mejor función de distribución que represente la media poblacional con el más bajo error de estima es mediante el procedimiento del Error Cuadrático Mínimo (ECM) utilizado por Aparicio 1992 que consiste en adoptar la mejor función será el que tenga menor error cuadrático, su expresión general se muestra a continuación.

$$ECM = \left[\sum_{i=1}^{n}(xei - xoi)^2\right]^{1/2} \qquad (1)$$

Donde xei es el i-ésimo dato observado (Kg m^{-1}) y xoi es el i-ésimo dato obtenido de la función de distribución normal (FDN) o anormal o sesgada probándose la función de distribución Log Normal, (FDLn) que según corresponda al análisis respectivo.Asimismo se determinó la lámina de riego total aplicada en m (riego y fertiriego) y el monitoreo simultáneo de los contenidos de humedad mediante el método gravimétrico en el suelo por el efecto del riego, también se registró la temperatura dentro del invernadero (°C) y la radiación solar (W m^{-2}) fuera del invernadero en todo el ciclo del cultivo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La lamina total de agua aplicada (riego + fertiriego), así como las condiciones de humedad en el suelo por el efecto de la irrigacion son mostradas en la figura 2.

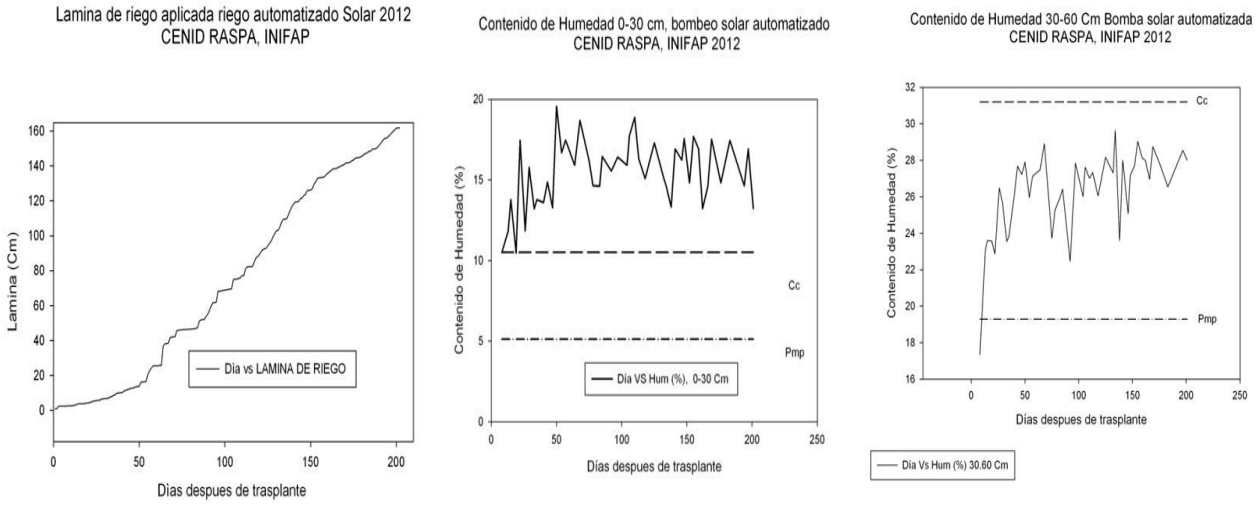


Figura 2. Lamina de riego y contenidos de humead en 60 cm de suelo en habanero con BFV automatizado; CENID RASPA INIFAP.

Se observa en la figura 2 una aplicación de agua hasta 2.5 de más en la lámina de riego que se esperaba aplicar, esto debido a la contingencia de salinidad en el sustrato lo que impulso a proporcionar excesos de agua para el lavado de sales, la lámina total aplicada de 1.62 m fue el resultado de estar ajustando a distintos voltajes, al sensor de humedad en el invernadero a mayores tiempos de riego, este sobresalto no tuvo ningún efecto por ahogamiento en las plantas, debido a la gran permeabilidad

del sustrato a 30 cm, sin embargo esto logro la vitalidad del cultivo por salinidad, se puede observar en la gráfica de la Figura 2, el contenido de humedad en el perfil de 0 – 30 cm (centro) que efectivamente los sobre riegos aplicados mantuvieron muy por encima de capacidad de campo el contenido de humedad del sustrato; sin embargo, el estrato arcilloso compactado de 30 – 60 cm amortiguo el efecto de lixiviación de agua y/o nutrimientos que pudieran escapar de dicha frontera en el área irrigada tal y como se puede observar en el esquema de la derecha se observa que el contenido de humedad no sobrepaso de la capacidad de campo en dicho perfil; aunque los drenes estratégicos (partes bajas alrededor del invernadero) si evacuaron algo de agua exceso, esto por supuesto ayudo a atenuar el problema de absorción de las raíces y vitalizo el desarrollo del cultivo de manera que los resultados obtenidos de producción de chile habanero al menos se aproximaron a los de Villa et al., 2010 logrados con 6 cortes de cosecha; otra eventualidad adicional fue el aborto de flores que ocasiono las altas temperaturas que se tuvieron , de 202 días del ciclo, se tuvieron 89 que pudieron terminar con el cultivo, sin embargo, las acciones de ventilación, sobreriegos (ocasionando incremento de humedad relativa en el interior) y nutrición foliar en dicho periodo evito la muerte del cultivo y solamente afecto en una baja en su rendimiento.

El volumen de agua aplicado con riego automático fue de 287 m^3 y el volumen de agua aplicado con el fertirriego de 38 m^3, lo cual representa una lámina de riego de 1.62 m, el caudal de la unidad de riego del invernadero fue de 510 LPH, el punto de bombeo al caudal del riego fue de 558 LPH, la CTD (carga dinámica total) de 30m y la potencia eléctrica de 105 W, El total de tiempo de riego fue de 558 hrs, la potencia consumida en el riego total de 58590 W, la eficiencia de transformación de los paneles solares son muy bajas hasta 15% por lo que la potencia solar para la bomba por el panel seria de 390,600 W, se estimó que la disponibilidad de energía fue de 2’624,832 Watts, esto considerando la superficie del panel en m^2 y conforme a los registros de la energía solar disponible durante el ciclo del cultivo, de acuerdo a la disponibilidad de energía solar estimada y la potencia solar requerida para la bomba por el panel, el número de invernaderos posibles a irrigar como el estudiado en la presente investigación es de 6.72, cada uno con una superficie irrigable de 200m^2 (8m X25m) para una área total irrigable de 1344 m^2.

Del análisis de producción lineal muestreada se encontró que la media poblacional anormal o sesgada de 0.98 Kg m^{-1}es representativa de la población chile habanero con un error cuadrático mínimo de 0.9 contra estimador de la media de comportamiento normal cuyo error poblacional es de 2.83, con dicho estimador en las 6 hileras de cultivo de 25 m cada uno se obtiene una producción de chile fresco de 0.75 Kg m^{-2} (7.5 t ha^{-1}), con indicador de producto por litro de agua es de 0.469 g l^{-1}.

CONCLUSIONES

Con la incorporación de este sistema de automatización en un invernadero tubular de 8 X28 m sin clima se obtuvo una producción de chile fresco de 0.75 g m^2 (7.5 t ha-^{1}) con una lámina de riego de 1.62 m.

Las temperaturas altas así como la salinidad del sustrato influyeron en el rendimiento del cultivo ya que hubo aborto de flores, contribuyo a esto el invernadero sin climatización, siendo la comarca lagunera de alta radiación solar.

De acuerdo a la radiación disponible y de acuerdo a la potencia de la bomba por el panel, para dicho sitio geográfico es posible abastecer una mayor superficie que la probada, este paquete tecnológico puede ser de mucha utilidad para zonas marginadas carentes de energía eléctrica o de combustibles, inclusive dentro de la promoción de tecnología disponible por el INIFAP se propone extenderlo desde aagricultores de baja escala (traspatio, operadores de invernaderos) hasta, viveros, parques y jardines.

Esta experiencia se debe mejorar en automatizar con controladores tipo reloj para jardines domésticos que de manera económica se venden hasta en ferreterías a precios muy bajos; proposición que queda asentada para una futura indagación.

.

BIBLIOGRAFIA

Aparicio M., F. J., 1992. Fundamentos de Hidrología de superficie. Ed. LIMUSA primera reimpresión: 1992 ISBN 968-18-3014-8, P 272 – 275.

Flores J., Ojeda-Bustamante W., López I., Rojano A. y Salazar I. 2007. Requerimientos de riego para tomate de invernadero. Terra Latinoamericana. Vol. 25, Num 2, abril-junio 2007 pp. 127-134.

Gutiérrez V. J., 2001. Energía renovable en el siglo XXI. Primera edición. Monterrey , México, p 11.

Román L A., M.A., S. F. Mendoza M., M. A. Inzunza I., I. Sanchez C. y L. Moreno D. 2007. Diseño de sistemas de riego presurizado con programa de computo, folleto científico 22 del INIFAP CENID RASPA. Gómez Palacio, Durango. p. 5.

Román L A., M. A. Inzunza I., M.M.Villa C., E. A. Catalán V., G. Delgado R. y M. L. González L. 2013. Selección y aplicación de un bombeo FV con goteo-cintilla en cultivo de tomate. Memoria de la XXV Semana Internacional de Agronomia FAZ-UJED. Septiembre del 2013, p.111 – 117.

SNL (Sandia National Laboratories) 2001. Guía para el desarrollo de proyectos de bombeo de agua con energía fotovoltaica volumen 1 libro de consulta 93 p, impresión autorizada por el SWTDI New Mexico State University P.O. box 30001, MSC 3SOL las Cruces, NM 88003 8001; swtdi@nmsu.edu

Villa C. M.M., E. A. Catalán V., M. A. Inzunza I., A. Román L. y H. Macías R. 2010. Solución nutrimental y población de plantas de chile habanero bajo invernadero. AGROFAZ volumen 10 numero 3, 2010. 183-188 p.

HÍBRIDOS PRECOCES DE CRUZA SIMPLE PARA GRANO BAJO RIEGO EN DURANGO, DGO., MÉXICO

Luz Maria Salazar Sánchez[1]*, Alfonso Peña Ramos[2], Adán Castillo Rosales[1], José Luis Cabrales[3]

[1]INIFAP- Durango. Km 4.5 Carr. Durango - El Mezquital, Durango, México. C.P. 34170. Tel. 01 55 38 71 87 00 ext 82718. salazar.luz@inifap.gob.mx. [2] INIFAP- Aguascalientes, Km 32.5 Carr. Aguascalientes–Zacatecas, Pabellón de Arteaga C.P. 20660, Pabellón de Arteaga, Ags. [3] Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana, Km 22.5 Carr. Durango – México, C.P. 34371, Villa Montemorelos, Dgo. México.

INTRODUCCIÓN

En México, el maíz es el cultivo más importante, por la superficie sembrada, el valor de su producción, por ocupar al 20 % de la población económicamente activa y por ser el alimento principal de la población (Sierra-Macías *et al*., 2010).

Se siembra en más de 8 millones de hectáreas, que representan 39 % de la superficie agrícola nacional y 63 % de la superficie sembrada con granos y oleaginosas, además, contribuye con 8 % del producto interno de la agricultura (Luna *et al.,* 2012).

Dada su importancia, cultural, alimenticia, económica y social es fuente de inspiración para innumerables investigaciones que buscan hacer expresar al máximo sus atributos y por medio del fitomejoramiento obtener híbridos o variedades con características cada vez más deseables. En el caso de los maíces precoces, su aceptación radica principalmente en la reducción de costos que su producción conlleva.

En 1982 se liberaron los primeros dos materiales híbridos simples, de los cuales solo uno se usó comercialmente. Actualmente en forma experimental, se tienen nuevos híbridos que compiten satisfactoriamente con materiales de uso actual, ya que superan su rendimiento de grano, siendo híbridos de cruza simple con buena productividad (Espinosa *et al.*, 2002).

Dentro de la producción de ganado para engorda, que es una de las principales actividades económicas en los Estados del norte de México, el maíz adquiere importancia como insumo alimenticio para lograr tal fin, siendo uno de los principales forrajes utilizados en la alimentación de este tipo de ganado, además de ser la base de la dieta diaria de la población de nuestro país, razón por la cual no hay un solo lugar en el que no se siembre o se conozca este cultivo.

Su cultivo se hace actualmente en un amplio rango de altitud y variación climática, desde el nivel del mar hasta los 3,400 msnm. Se siembra en zonas tórridas con escasa precipitación, en regiones templadas, en las faldas de las altas montañas, en ambientes muy cálidos y húmedos, en escaso suelo, en pronunciadas laderas o en amplios valles fértiles, en diferentes épocas del año y bajo múltiples sistemas de manejo y desarrollo tecnológico (CONABIO, 2011).

En México, la producción de maíz en 2014 fue de 13,777,231.36 toneladas, con un valor de producción de 6,768,465.03 millones de pesos, en el caso de maíz destinado a forraje y de 23,273,256.54 toneladas con un valor de producción de 72, 518,448.81 millones de pesos en maíz destinado a la producción de grano (SIAP, 2015).

En el Estado de Durango, la producción de ganado para carne constituye una de las principales actividades económicas, seguida de la producción agrícola con fines de alimentación humana y animal. Hasta 2013, en el estado había una población de 951,502 cabezas de ganado; durante 2014, se tuvo una producción a nivel nacional de 3, 381,954 de kilogramos de carne de ganado bovino, con un valor total de 88, 462,666 millones de pesos; en ese mismo año en Durango se tuvo una producción de 109,537 kilogramos de bovino, con un valor de producción de 2, 493, 233 millones de pesos. En lo que va del año 2015, se han exportado a Estados Unidos de América un total de 405,950 cabezas de ganado en pie. (SIAP, 2015).

Considerando lo anterior deben equilibrarse los costos de su producción para que sea redituable y la mejor manera de conseguirlo es disminuyendo los costos en insumos de alimentación en el ganado, cosa que es posible utilizando materiales precoces que disminuyen el tiempo en que se obtiene el grano. El objetivo del presente trabajo fue evaluar híbridos experimentales de maíz sobresalientes de ciclo precoz, generados por el programa de mejoramiento genético de maíz para producción de grano, para los sistemas de producción de maíz bajo condiciones de humedad por riego.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el ciclo PV-2014 en terrenos del Campo Experimental Valle del Guadiana (CEVAG), se estableció un experimento con 25 genotipos, 24 de los cuales fueron híbridos de Cruza simple precoces sobresalientes y el testigo de comparación DK-2052. El diseño utilizado fue en látice triple con tres repeticiones. Las variables tomadas fueron: Días al 50% de floración masculina (DF♂), días al 50% de floración femenina (DF♀), Altura de planta (Alt. Pta.), altura de mazorca (Alt. Mz.), Calificación de planta (Calif. Pta.), calificación de mazorca (Calif. Mz.), por ciento de plantas con mala cobertura de mazorca (% Mala Cob.), por ciento de plantas acamadas (% Acame), por ciento de plantas con más de una mazorca (% Cuateo), por ciento de plantas con carbón de la espiga (% CE), por ciento de plantas con ustilago (% UST), color de grano (color gr.), por ciento de mazorcas podridas (% Mzs. Pod.), por ciento de plantas con achaparramiento (% Achap.), por ciento de humedad de grano (% Hum.), por ciento de grano (% Gr.), rendimiento de grano (Rend. Gr.).

La fecha de siembra fue el 28 de mayo del 2014 y la cosecha se realizó el 18 de diciembre. La fertilización aplicada fue con la dosis 180-80-00, aplicándose en tres oportunidades: 60-80-00 en la siembra, 60-00-00 en la segunda escarda y 60-00-00 en floración femenina. Se aplicaron tres riegos de auxilio de una lámina promedio de 7 cm. La precipitación registrada durante el ciclo del cultivo (mayo a noviembre) fue de 501 mm (Figura 1). El coeficiente de variación (CV) observado en el análisis de varianza del rendimiento de grano fue de 10.4 %. Los datos de rendimiento de grano se ajustaron al 14% de humedad. Todas las mediciones y determinaciones de interés fueron analizadas estadísticamente con el programa MSTAT de la Universidad Estatal de Míchigan.

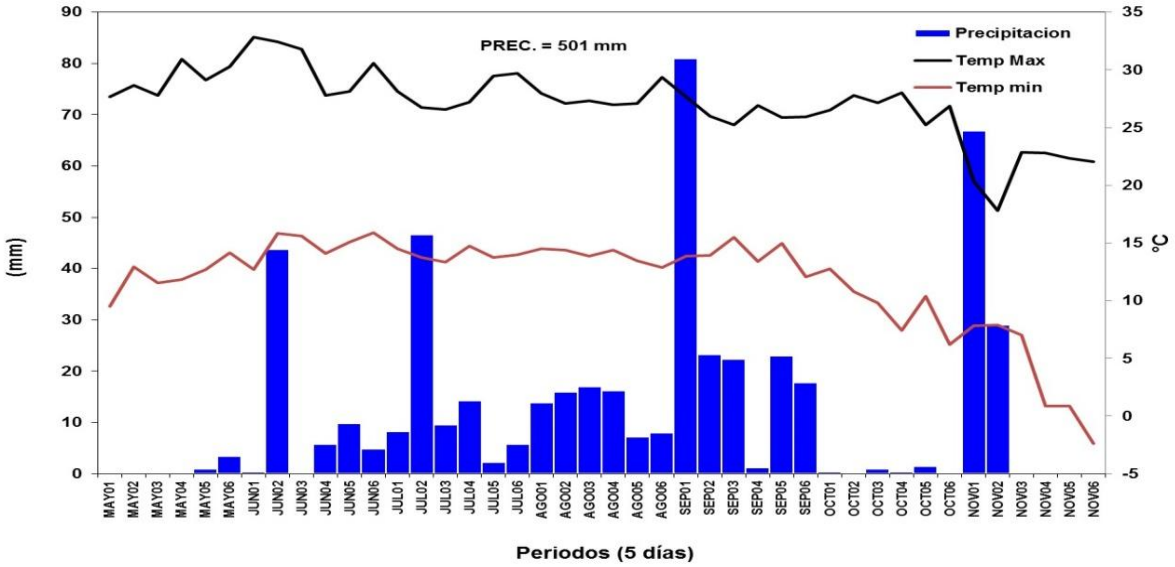


Figura 1. Precipitación registrada durante el ciclo del cultivo (mayo a noviembre)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de varianza (ANVA) del rendimiento de grano, se detectaron diferencias altamente significativas (α≤0.01) entre variedades, según la DMS 0.05 de 1,502 kg/ha (Cuadro 1), sobresaliendo el genotipo 24, el cual igualo al testigo de comparación DK-2052, en el primer grupo estadístico (a), con rendimientos de 14,862 y 15,331 kg/ha respectivamente (Cuadro 2). Los híbridos más sobresalientes por la sanidad del grano fueron los genotipos 22 y 17, con solo un 8 % de mazorcas podridas; mientras que el testigo DK-2052, presentó un 10 %. El genotipo 15 fue el que presentó el más alto porcentaje de mazorcas con mala cobertura (39 %), lo cual no se reflejó en el porcentaje de mazorcas podridas con un 14 %. La mejor cobertura de mazorca la presentaron los genotipos 22, 8 y 18, con 0 por ciento de mazorcas con mala cobertura. El genotipo con el mayor número de plantas con dos mazorcas fue el 13, con un 32 por ciento de cuateo. El genotipo 9 fue el más susceptibles al achaparramiento (Spiroplasma kunkelii), con un 4 por ciento.

El genotipo que presentó el más alto porcentaje de mazorcas podridas fue el 3, con un 65 %, factor que influyó en el más bajo rendimiento de grano. El genotipo con mayor altura de planta fue el testigo de comparación Dk-2052, con 2.45 m; y el más bajo el genotipo 2, con 1.63 m. Las mejores calificaciones de planta y mazorca las obtuvo el testigo Dk-2052, con 1.0 y 1.0 respectivamente. El rendimiento de grano promedio del experimento fue de 8835 kg/ha. La precocidad (DMF) del grupo de genotipos evaluados varió de 132 a 141 días después de la siembra (DDS) con un promedio de 137 días. El coeficiente de variación observado en el análisis de varianza del rendimiento de grano fue de 10.4 %, el cual se considera muy bueno.

Cuadro 1. ANVA del ensayo de híbridos precoces de cruza simple, para grano en Durango, Dgo-2014

FV	gl	CM	Signif.
REP	2	479005	
VAR.	24	33136463	**
BLOCK	12	549114	
ERROR	64	837360	
TOTAL	48		

CV= 10.4 % DMS $_{0.05}$= 1,502 kg/ha

Cuadro 2. Medias del ensayo de híbridos precoces de cruza simple, para grano bajo riego en Durango, 2014

Núm. Var	Flor Masc	Alt Pta	Alt Mz	Calif Pta	Calif Mz	DMF	% Pts. CE	% Pts. M.Cob	% Pts. Cuat	% Pts. Achap	% Mzs Pod	Rend. Gr. Kg/Ha	
25	81	245	70	1.2	1.0	142	1	7	17	0	10	15331	a
24	77	227	65	1.7	2.0	137	16	6	17	0	23	14862	a b
22	77	228	77	1.7	1.8	140	8	0	9	0	8	13209	c
21	77	223	85	2.0	2.2	138	1	16	18	0	21	12618	c
5	73	207	63	2.0	2.7	132	23	3	14	0	26	12156	c
4	78	220	68	2.0	2.0	138	11	20	26	1	31	11630	
15	76	227	77	1.8	1.8	138	2	39	19	0	14	11356	

13	83	23 5	57	1.7	2.0	141	1	16	32	0	28	10922
17	78	21 5	62	1.8	1.5	140	5	9	8	0	8	10876
16	78	19 7	65	1.8	2.2	137	4	9	20	3	13	9485
1	78	22 8	67	1.8	2.7	136	13	28	12	0	31	9250
23	76	21 0	63	2.0	2.2	139	8	12	15	0	19	9111
12	79	21 3	65	1.5	2.0	137	11	5	9	0	10	9107
6	79	20 5	75	1.5	2.3	137	7	31	28	2	14	8170
7	83	21 7	78	1.8	3.3	139	8	12	26	0	10	7807
14	78	20 5	55	1.8	2.3	136	8	10	5	0	25	6452
20	77	17 2	48	2.0	2.5	136	2	33	9	2	41	6268
11	73	20 7	68	1.8	2.8	134	18	16	0	0	49	6108
2	80	16 3	38	2.5	4.0	133	18	9	9	0	27	6107
8	71	19 3	55	2.0	2.5	133	17	0	5	2	35	5827
19	77	16 5	48	2.0	2.7	141	6	4	19	0	36	5259
10	75	20 7	77	2.2	2.8	134	9	14	16	0	21	5215
18	80	19 3	50	2.3	2.7	141	16	0	18	0	10	5016
9	74	19 8	62	1.8	3.0	135	23	30	4	4	44	4876
3	79	18 8	50	2.3	3.8	134	40	7	3	0	65	3854

CV= 10.4 % DMS $_{0.05}$= 1,502 kg/ha FECHA DE SIEMBRA= 28/MAYO/2014 FERTILIZACION: 180-80-00, DENSIDAD= 53 mil pts/ha, RIEGOS: 3

CONCLUSIONES

El hibrido sobresaliente en rendimiento de grano fue el 24, con 14,862 kg/ha, estadísticamente igual al del testigo DK- 2052. Los híbridos más sobresalientes por la sanidad del grano fueron los genotipos 22 y 17, con solo un 8 % de mazorcas podridas, mientras que el testigo DK-2052, presentó un 10 %. La mejor cobertura de mazorca la presentaron los genotipos 22, 8 y 18, con 0 por ciento de mazorcas con mala cobertura. El genotipo con el mayor número de plantas con dos mazorcas fue el 13, con un 32 por ciento de cuateo. Las mejores calificaciones de planta y mazorca las obtuvo el testigo Dk-2052, con 1.0 y 1.0 respectivamente.

El grupo de genotipos evaluados varió de 132 a 141 días después de la siembra (DDS) con un promedio de 137 días.

BIBLIOGRAFÍA

CONABIO, 2011. Base de daos del proyecto global "Recopilación, generación, actualización y análisis de información acerca de la diversidad genética de maíces y sus parientes silvestres en México". Octubre del 2010. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad. México, D.F. http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/proyectoMiaces.html

Espinosa, A., Sierra, M., M., Gómez, M., N. 2002. Producción y tecnología de semillas mejoradas de maíz por el INIFAP en el escenario sin la PRONASE. Agronomía Mesoamericana 14(1): 117-121. 2002.

Luna M., B., M, Hinojosa., R., M., A., Ayala, G., O., J., Castillo, G., F, JA Mejía C. 2012 Perspectiva de desarrollo de la industria Semillera de maíz en México. Revista Fitotecnia Mexicana 35: 1-7.

SIAP 2015. Sistema de información agroalimentaria y pesquera, http://www.siap.gob.mx/ganaderia-produccion-anual/ , consultado en línea el 16 de julio del 2015.

Sierra, M., M, Palafox, C., A, Vázquez, C., G., G, Rodríguez, M., F, Espinosa, C, A . 2010. Caracterización Agronómica, Calidad industrial y Nutricional de maíz para el trópico mexicano. Agronomía Mesoamericana 21: 21-29.

RESPUESTA DE LA PRODUCCIÓN DEL SORGO A DIFERENTES CONDICIONES HÍDRICAS DEL SUELO

[1]Marco A. Inzunza Ibarra, [1]Ernesto A. Catalán Valencia, [1]Magdalena Villa Castorena, [1]Abel Román López y [2]Rutilo López López

[1]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera (CENID RASPA), INIFAP[1]. Canal Sacramento Km 6.5 margen derecha, Gómez Palacio, Dgo. CP 35140. [2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), km. 1 carretera Huimanguillo-Cárdenas, Huimanguillo, Tabasco. México. 86400. inzunza.marco@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores problemas en la agricultura es el bajo aprovechamiento del agua de riego, esto genera escasez del recurso para uso agrícola en las regiones áridas y semiáridas, donde se incluye a la Comarca Lagunera y a más del 50% del territorio nacional. Se requieren acciones con carácter científico que permitan revertir el problema, como el determinar el requerimiento de agua y en qué momento aplicarlos, tanto a los cultivos explotados actualmente como a los de nueva introducción, que sean más eficientes en la conversión del agua de riego a materia seca y grano. Esto es fundamental para poder realizar una evaluación económica del riego, el conocer la respuesta de los diferentes cultivos en su rendimiento comercial y su relación con el estrés hídrico y su uso del agua. Las funciones de producción al agua de riego que toman en cuenta la respuesta diferencial de los cultivos a la deficiencia de agua durante la estación de crecimiento, son generalmente complicadas de obtenerlas; sin embargo ofrecen ser una herramienta poderosa para la toma de decisiones en el diseño racional y efectivo en la operación y el manejo de los sistemas de riego tanto a nivel parcelario como regional (Kim *et al.*, 2011; Wellen *et al*., 2013; Singh, 2014).

El sorgo de grano es un cultivo importante en la agricultura de riego y temporal debido a que es tolerante a la sequía (Doorenbos *et al*., 1986) y la estadística así lo muestra al ser explotado en México en 2.1 millones de ha, con un rendimiento promedio de 4.2 t ha^{-1} por debajo de su potencial de rendimiento. Para el caso de Coahuila y Durango donde se encuentra la Región Lagunera, se cultivan alrededor de 10,000 ha (SIAP, 2014), siendo un cultivo en ascenso por sus características deseable en cuanto a ser eficiente en el uso del agua de riego. Es entonces importante estudios para encontrar la relación producción comercial del cultivo con sus necesidades de agua, por lo que el objetivo del trabajo fue encontrar la función de producción del sorgo de grano y así tener herramientas para realizar un mejor aprovechamiento del agua de riego en este cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó en el lote experimental del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera (CENID RASPA INIFAP), ubicado en la Comarca Lagunera, en Gómez Palacio, Durango. El clima de la región es desértico, muy árido, con precipitación anual de 250 mm promedio, evaporación media anual de 2600 mm y temperatura media anual de 22^{o}C. Las lluvias son en verano, con lluvias invernales que representan de 5 a 10.2% del total anual (García, 1988). Previo al trabajo, se realizó un análisis del suelo de sus propiedades físicas y químicas donde los resultados ubican el suelo en la serie Coyote que es la más representativa de la región. Suelos profundos, Franco arcillo limosos a franco arcillosos. La investigación consistió de dos factores en estudio: la variación del contenido de humedad en el suelo en dos etapas de crecimiento del sorgo para grano. El primer factor fue la variación del régimen de humedad del suelo en la etapa de emergencia a inicio de floración. El segundo factor fue la variación del régimen de humedad del suelo en la etapa de inicio de floración a maduración de grano del cultivo. Los niveles de estudio para la primera etapa (de emergencia a inicio de floración) fueron: 40, 60, 80, 100 % de la humedad aprovechable consumida del suelo (HAC_1) por el sorgo. Similarmente, para la segunda etapa (inicio de floración a madurez fisiológica del grano), se ensayaron los mismos niveles de estudio (HAC_2). Se utilizó el diseño de tratamientos San Cristóbal para dos factores, en el cual se eligen solo siete tratamientos en forma estratégica de un total de 16 combinaciones del original 4x4. De acuerdo a este diseño de tratamientos las combinaciones resultantes ensayadas en el campo fueron siete diferentes niveles de abatimiento de la humedad aprovechable en el suelo en los primeros 90 cm de profundidad radicular del cultivo. Estos se muestran en el Cuadro 1. Los tratamientos fueron distribuidos de manera aleatoria en el campo, con base en un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. A cada parcela o unidad experimental se le asignó una superficie de 20 m^2 (4 de ancho por 5 de largo). Para determinar y monitorear el contenido de agua del suelo y su variación a través el ciclo del cultivo en cada tratamiento, se utilizaron los métodos de reflectometría en el dominio temporal (TDR) previamente calibrado con el gravimétrico como método estándar para su calibración basado en la toma de muestras del suelo con barrenas tipo vehimeyer. La variedad del sorgo para grano usada fue Genex 949 de aproximadamente 100 a 115 días a madurez del grano. La siembra se efectuó el 07 de abril del 2014, con una densidad de siembra de 350 mil plantas por ha aproximadamente o alrededor de 15 kg ha^{-1}, esta se realizó en húmedo y la emergencia inició el 14 del mismo mes. Para la fertilización se aplicó la fórmula 160-80-0. Las variables evaluadas fueron, el rendimiento de grano (Rg) y materia seca (MS) en t ha^{-1}, la humedad aprovechable consumida del suelo (HAC),

Cuadro 1. Tratamientos de humedad del suelo ensayados en el cultivo del sorgo

Tratamiento	Etapa 1, de emergencia a inicio de floración (HAC_1)	Etapa 2, de inicio de floración a madurez del grano (HAC_2)
1	40	40
2	40	80
3	60	60
4	60	100
5	80	40
6	80	80
7	100	60

HAC_1 = Humedad aprovechable consumida en la etapa 1; HAC_2 = Humedad aprovechable consumida en la etapa 2 la lámina de agua consumida. El análisis de la información se realizó en base al análisis de varianza, prueba de comparación de medias (Tukey 5%) y del análisis de regresión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se presentan los valores del régimen de humedad a los que fueron sometidos los diferentes tratamientos al cultivo del Sorgo para grano. El rango del contenido de la humedad aprovechable consumida fluctúo de 44 % en la etapa de siembra a inicio de floración en el tratamiento 40-40 y el 40-80, de condiciones de humedad no restrictivas a 100 % de la HAC para el tratamiento 60-100, de condiciones hídricas restrictivas. Para el caso de la lámina consumida por el sorgo, el mayor consumo de 55.8 en la primera etapa, se presentó en el tratamiento 40-40 de condiciones más húmedas que el resto, el menor consumo de 10.6 cm, se mostró en el tratamiento 60-100 de bajo contenido de humedad en la etapa reproductiva del sorgo grano. Se muestra el comportamiento del rendimiento de grano (t ha^{-1}) del sorgo, como respuesta a las condiciones diferentes de humedad del suelo en cada tratamiento ensayado en el campo. El análisis de varianza del Cuadro 3 mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($\alpha = 0.01$). La combinación del 60-60 tuvo un rendimiento promedio más alto, de 9.01 t ha^{-1}. Este valor de producción, de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Tukey (Figura 1), resultó igual estadísticamente, al tratamiento 40-40 y estos fueron significativamente más altos al resto de los tratamientos ensayados ($\alpha = 0.05$). Esta mayor producción fue obtenida al aplicar el riego al sorgo al 62 y al 59% de la humedad aprovechable consumida del suelo, en la etapa vegetativa y reproductiva del sorgo. Por otro lado, los rendimientos más bajos se obtuvieron en los tratamientos 60-100 y 100-60, que alcanzaron un rendimiento promedio de 5.20 y 5.81 t ha^{-1}, respectivamente, y tuvieron en común crecer bajo

Cuadro 2. Contenidos de humedad, rendimientos y eficiencia de agua promedios de los tratamientos ensayados con sorgo para grano.

Tratamiento	HAC_1 (%)	HAC_2 (%)	LC_1 (cm)	LC_2 (cm)	Rg ($t\ ha^{-1}$)	EUA ($kg\ m^{-3}$)
40-40	42	40	55.8	37.0	8.50	0.920
40-80	42	78	55.8	15.2	6.53	0.92
60-60	62	59	32.7	26.1	9.01	1.532
60-100	62	100	33.4	10.6	5.20	1.182
80-40	79	40	26.3	36.1	6.78	1.127
80-80	79	78	26.3	14.1	7.06	1.745
100-60	97	59	21.3	27.1	5.81	1.202

HAC_1 y HAC_2 = Humedad aprovechable consumida en las dos etapas del sorgo; LC_1 y LC_2 = Lamina consumida en las dos etapas estudiadas; Rg= Rendimiento de grano del sorgo; EUA = Eficiencia de uso del agua.

condiciones de estrés hídrico cercanas al punto de marchitez permanente en alguna de sus etapas estudiadas. (Figura 1). De acuerdo al análisis de Tukey de comparación de medias mostrado en la referida gráfica, estos tratamientos resultaron ser estadísticamente inferiores en rendimiento de grano con respecto al resto de los tratamientos, pero iguales entre sí. El análisis anterior permite concluir que los resultados muestran una respuesta no lineal del rendimiento de grano del sorgo, por condiciones de diferentes regímenes de humedad del suelo al momento del riego. Es decir, un efecto negativo sobre el rendimiento, debido a las condiciones estresantes tanto del déficit hídrico como de falta de oxígeno suficiente en las raíces, creado por condiciones húmedas en el suelo, generadas por los niveles de abatimiento de humedad estudiados.

Cuadro 3. Análisis de varianza y pruebas de F, para rendimiento de sorgo grano

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F
Bloques	3	1.150	0.383	1.53
Tratamientos	6	45.355	7.559	30.12**
Error	18	4.518	0.251	
CV (%)			7.2	

** Altamente significativo al nivel de probabilidad de 0.01. G.L. = Grados de libertad; CV = coeficiente de variación.

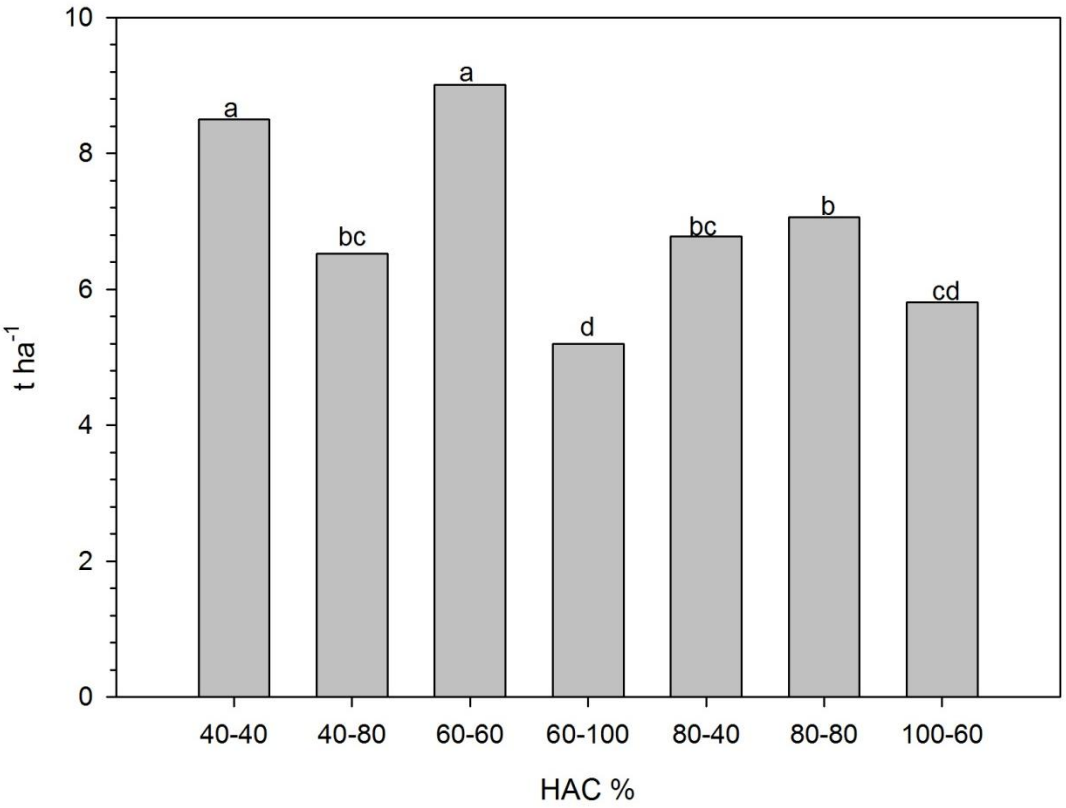


Figura 1. Respuesta del sorgo en rendimiento de grano a los tratamientos de humedad estudiados

Por medio del procedimiento del análisis de regresión, se ajustaron los datos observados del rendimiento de sorgo (R) como variable dependiente y la humedad aprovechable consumida al momento del riego (HAC) como variable independiente, la función es la ecuación 1.

$Rg = 3.377+0.121*HAC_1+0.087*HAC_2-0.002*HAC_1^2-0.002*HAC_2^2+0.002*HAC_1HAC_2$

$R^2 = 0.86$ CV = 8.1% (1)

Donde los coeficientes de la regresión de cada uno de los efectos lineal, cuadrático y de la interacción, fueron significativos por lo que contribuyen en el modelo a explicar la respuesta del sorgo. De acuerdo a sus parámetros estadísticos del coeficiente de determinación (R^2) y del coeficiente de variación (CV), el modelo obtenido explica en forma satisfactoria el fenómeno representado.

Al relacionar el rendimiento de grano del sorgo y la lámina consumida de cada tratamiento, se encontró que entre ellas existió una relación de tipo cuadrática. La función obtenida, después de realizar el análisis de regresión entre ambas variables resultó la ecuación (2).

$Rg = -8.077+0.468*LC_1+0.521*LC_2-0.006*LC_1^2 -0.012*LC_2^2 + 0.004*LC_1LC_2$

$R^2 = 0.75$ CV = 10.9% (2)

Donde los coeficientes de regresión estimados, fueron significativos y contribuyeron a explicar la relación de las variables bajo estudio. De acuerdo a sus parámetros estadísticos encontrados el modelo ajustado en este estudio tiene una capacidad de predicción que resulta satisfactoria para este tipo de relaciones biológicas complejas donde intervienen diversos factores de la planta, del suelo y ambientales.

CONCLUSIONES

De acuerdo al modelo generado, que relaciona el rendimiento de sorgo para grano y los niveles de humedad del suelo, el cultivo maximiza su producción de grano de 8.8 t ha^{-1} cuando es desarrollado a un déficit hídrico en el suelo de 53 y 51% de la humedad aprovechable consumida para la etapa vegetativa y reproductiva, respectivamente. La optimización de la función que relacionó la producción de grano del cultivo con la cantidad de agua consumida, deduce que el máximo rendimiento se presentó al consumir el cultivo 44.9 y 28.6 cm de agua durante la etapa vegetativa y reproductiva, respectivamente.

La mayor eficiencia productiva del agua de 1.745 kg m^{-3} se mostró bajo condiciones hídricas de 79 y 78% de la HAC y un consumo de agua de 26.3 y 14.1 cm para la etapa vegetativa y reproductiva del sorgo, respectivamente.

BIBLIOGRAFIA

Doorenbos , J., Kassam A. H., Bentvelsen C. L. M., Van Der Wal H.K. 1996. Yield response to water. Irrigation and drainage paper 33. FAO. Rome.

García, M. E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlos a las condiciones de la República Mexicana). 4aed. Talleres Offset Larios. México, D. F. 220 p.

Kim, Y., Jabro, J.D., Evans, R.G., 2011. Wireless lysimeters for real-time online soil water monitoring. Irrig. Sci. 29:423–430.

Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2014. Estadísticas de producción agrícola en México.Online:http://www.siap.mx (Julio 2015).

Singh, A.2014. Simulation–optimization modeling for conjunctive water use management. Agricultural Water Management.141:23-29.

Wellens, J., Nitcheu, M., Traore, F., Tychon, B., 2013. A public–private partnership experience in the management of an irrigation scheme using decision-support tools in Burkina Faso. Agric. Water Manage.116:1-11.

SELECCIÓN DE GENOTIPOS DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) PARA RENDIMIENTO CON BASE A PARAMETOS GENÉTICOS.

Rosendo Hernández Martínez[1§], Alfonso López Benítez[2], José Espinoza Velázquez[2],

[1]INIFAP-Campo Experimental Río Bravo. Carretera Matamoros-Reynosa, Km 61. A.P. 172. C.P. 88900. Río Bravo, Tamaulipas. México. Tel: 015538718700. Ext. 83226 o 83232. [2]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Depto. de Fitomejoramiento. Calzada Antonio Narro No. 1923. C.P. 25315. Saltillo, Coahuila, México. Tel: 018444110298. [§]Autor para correspondencia: hernandez.rosendo@inifap.gob.mx.

INTRODUCCIÓN

El tomate es el segundo cultivo hortícola más importante del mundo, después de la papa, a nivel mundial se tienen como principales productores a China, India y Estados Unidos. México está ubicado en el décimo lugar con 3,433,567 de toneladas anuales, es el cultivo hortícola de más amplia distribución, se siembra en todas las entidades del país bajo una amplia diversidad de condiciones de clima y sistemas de cultivo. En el 2013 se produjeron 2,694,358 t, con un valor de $15,045,508 En ese año los principales estados productores fueron; Sinaloa, Michoacán, Zacatecas, Baja California, San Luis Potosí y Veracruz, con un rendimiento promedio de 57.21 t ha^{-1}. Actualmente es relevante señalar que en la Comarca Lagunera, se siembran cerca de 900 ha de tomate (SIAP, 2013). El constante crecimiento de la población y por ello la creciente demanda de alimentos, ha hecho necesario producir alimentos y materias primas industrializables en mayor cantidad por unidad de superficie cultivable. Una de las alternativas para lograr un incremento en la producción por planta, es el evaluar nuevos híbridos o variedades que hubieran destacado en cuanto a parámetros de aptitud combinatoria en caracteres agronómicos de importancia. Entre los diseños genéticos más utilizados para encontrar genotipos con características sobresalientes a juzgar por su aptitud combinatoria general (ACG) y específica (ACE) son los propuestos por Griffing (1956), mediante los cuales el mejorador logra una mayor eficacia en su programa de mejoramiento, ya que permite seleccionar líneas o genotipos provenientes de una serie de cruzamientos dialélicos. El estudio se planteó con el objetivo seleccionar los genotipos sobresalientes en características agronómicas importantes de rendimiento y evaluar los efectos genéticos entre progenitores e híbridos de tomate bajo condiciones de campo abierto.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material genético utilizado en esta investigación fueron ocho líneas de tomate (Cuadro 1). Los cruzamientos se realizaron con base al método II de Griffing, modelo I (1956). La formación

de los híbridos se realizó en el invernadero de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), estado de Coahuila, durante el ciclo O-I del 2011.

Cuadro 1. Líneas de tomate (*Solanum Lycopersicum* L.) utilizadas como progenitores en un diseño dialélico para estimar la ACG y ACE.

No. De Líneas	Líneas	Habito	Tipo de fruto
1	IR9	I	S
2	D10	I	B
3	IR13	I	S
4	IR14	I	S
5	D6	D	S
6	D4	D	B
7	D3	I	B
8	D1	I	B

I=Indeterminado; D=Determinado; S= saladette; B=Bola

Evaluación del material genético. La evaluación de los 36 materiales (progenitores y cruzas) se realizó en el ciclo P-V 2012, en un lote experimental de la UAAAN, situado en la localidad de Buenavista, al sur de Saltillo, Coah., México, ubicada a 25º 23´ LN y 101º 00´ LW y una altitud de 1743 msnm, con un clima (Bshw) muy seco, semicálido, y con precipitación de 350 a 450 mm promedio anual (INEGI, 2000).

Variables evaluadas: Número de Frutos por Planta (NFP), Peso Promedio del Fruto (PPF) en gramos (g), Diámetro Polar (DP) en centímetro (cm), Diámetro Ecuatorial (DE) en centímetro (cm) y el Rendimiento (REND) en toneladas por hectárea (t ha^{-1}). Se utilizó un diseño experimental en bloques completos al azar con 3 repeticiones. La unidad experimental consistió de 5 plantas, en surcos de 2 m de largo a una distancia de 0.33 m entre plantas y 1.60 m entre surcos. Se evaluaron 3 plantas centrales con competencia completa.

El análisis de varianza para calcular la ACG y ACE, con p (p+1)/2 combinaciones, se realizó de acuerdo al método II de Griffing (1956), considerando el modelo I donde los progenitores se escogen deliberadamente. El modelo para el análisis de aptitud combinatoria es:

$$X_{ijkl} = \mu + g_i + g_j + S_{ij} + b_k + (gb)_{ijk}\ 1/bc + \Sigma\Sigma e_{ijkl}$$

I, j = 1, 2, …, p

K = 1, 2, …, b

I = 1, 2, …, c

Dónde: X_{ijk} = valor fenotípico observado; μ = media general del experimento, g_i y g_j = efecto de la ACG de los progenitores, S_{ij} = efecto de la ACE para el cruzamiento i x j (Sij = Sji), B_k = efecto del bloque K, $(gb)_{ijk}$ = efecto de la interacción entre el genotipo ij y el bloque k, 1/bcÓÓe_{ijkl} = efecto residual de la observación ijkl.

Para la comparación de medias se realizó la prueba de diferencia mínima significativa (DMS) al 0.05 de probabilidad. El proceso de los datos y el análisis estadístico se realizó con el programa Statitical Analysis System (SAS) Versión 9.0. Utilizando el programa Diallel-SAS (Zhang y Kang, 2005).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se presentan los cuadrados medios del análisis de varianza (Método II, Modelo I de Griffing, 1956) para los 8 progenitores y sus 28 cruzas, se observan diferencias significativas (p≤0.01) en genotipos para diámetro ecuatorial (DP), diámetro ecuatorial (DE), número de frutos por planta (NFP) y peso promedio de frutos (PPF), contrastes significativas (p≤0.05) para rendimiento (REND) en t ha^{-1}, indicando con esto variabilidad presente entre los genotipos en estudio. En lo que se refiere a la ACG se observaron diferencias significativas (p≤0.01) para la variable DP, DE, PPF y contraste (p≤0.05) en NFP y REND en t ha^{-1}, estas diferencias nos muestran que cuando menos una de las líneas progenitoras tiene un comportamiento genético diferente a las demás líneas utilizadas, para las características mencionadas. Con lo que respecta a la ACE las variables DP, DE, NFP y PPF revelaron diferencias (p≤0.01), indicando que al menos una cruza difiere de las otras usadas en el presente experimento en ACE. Resultados similares reportaron Mendoza *et al.,* (2010) para estas mismas variables.

Cuadro 2. Cuadrados medios y significancia del análisis dialélico de 8 progenitores de tomate y sus 28 cruzas evaluadas en la localidad de Saltillo, Coahuila en el ciclo p-v-2012.

F.V	G.L	DP	DE	NFP	PPF	REND
Repeticiones	2	0.11*	0.13**	11.28	8003.53	940.72
Genotipos	35	0.19**	0.25**	20.60**	41426.29**	1304.66*
ACG	7	0.12**	0.21**	2.36*	73396.60**	2058.50*
ACE	28	0.20**	0.26**	1.88**	33433.71**	1116.20
ERROR	142	0.03	0.03	10.41	10056.59	803.81

*, **= Significativo a 0.05 y 0.01, respectivamente. FV= Fuente de Variación; GL= Grados de Libertad; DP= Diámetro Polar; DE= Diámetro Ecuatorial; NFP= Numero de Fruto Por Planta; PPF= Peso Promedio de Fruto; REND= Rendimiento en t ha^{-1}; ACG= Aptitud Combinatoria General; ACE= Aptitud Combinatoria Especifica.

En la estimación de los efectos de ACG de las líneas progenitoras del cruzamiento (Cuadro 3), se observó para la variable diámetro polar (DP), las líneas con mayores valores

positivos de ACG fueron IR9, D10 con diferencias (p≤0.01) y D1 con discrepancia (p≤0.05), las líneas con alto ACG para diámetro ecuatorial (DE) con valores positivos fue la D3 e IR13 y con valor negativo alto las líneas D4 y D6 presentando contrastes (p≤0.01), esto nos indica que los materiales presentan amplia diversidad genética para estas dos características, ya que la mitad fue de fruto bola y fruto saladette para esta investigación. En cuanto la variable número de frutos por planta (NFP), la línea D4 mostró el valor positivo más alto, sin embargo, no presentó diferencias significativas. Para peso promedio de fruto, las líneas con mayores valores positivos de ACG fueron D10, IR9 e IR13, presentando contraste (p≤0.01) y (p≤0.05) respectivamente, en el caso contrario las líneas con los mayores valores negativos fueron D4 y D1, ambas con diferencias significativas (p≤0.01 y p≤0.05) respectivamente. Con respecto al variable rendimiento (REND), se observó que las líneas IR9 e IR13 fueron las que obtuvieron los valores más altos de ACG, mostrando divergencia (p≤0.05), caso contrario los genotipos con mayor valor negativo fue IR14 revelando discrepancia (p≤0.05). De acuerdo a lo anterior esto nos permite identificar genotipos con mayor valor de ACG, para este caso las líneas IR9 e IR13 presentaron para las variables DP, DE, PPF y REND los valores más altos, indicando que ambas líneas son buenas fuentes de germoplasma para desarrollar futuros programas de mejoramiento. Zewdie *et al.,* (2000) mencionan que con base en la ACG de los padres se puede predecir la contribución que cada uno de ellos para su progenie, esto nos permiten seleccionar plantas que combinen las características superiores de los progenitores, así mismo predecir las cruzas con mayor potencial genético. Este mismo autor menciona que con altos valores de ACG y ACE de padres y sus cruzas, se puede definir los métodos de mejoramiento más apropiados para aprovechar alelos favorables.

Cuadro 3. Estimación de aptitud combinatoria general (ACG) de 8 líneas de tomate del cruzamiento dialélico evaluado en Saltillo, Coahuila, durante el ciclo p-v 2012.

Líneas	DP	DE	NFP	PPF	REND
D1	0.07*	-0.017	0.17	-39.71*	-7.04
D3	-0.05	0.10**	-1.14	27.55	-0.33
D4	0.03	-0.14**	1.41	-84.59**	-8.07
D6	0.04	-0.08**	1.05	20.74	1.81
D10	0.07**	0.05	-0.68	42.96**	3.11
IR9	0.09**	0.04	0.15	58.53**	11.48*
IR13	-0.05	0.06**	-0.08	38.02*	10.00*
IR14	0.02	-0.01	-0.88	-22.02	-10.97*

*, **= Significativo a 0.05 y 0.01, respectivamente.

En el Cuadro 4 se presenta la estimación de los efectos de aptitud combinatoria especifica (ACE) del cruzamiento dialélico, reveló que para la variable diámetro polar (DP) los híbridos con valores positivos más altos para ACE fueron D10*IR13, IR13*D6, IR9*D10, IR9*IR13 e IR9*IR14 con diferencias significativas (p≤0.01) y contrastes (p= 0.05) la cruza IR13*IR14, para esta misma variable las cruzas con alto valor negativo fue IR9*D4 y D10*D1, mostrando discrepancia (p≤0.01) y los híbridos D6*D1, IR13*D4, D10*D3 con diferencias (p≤0.05).

Cuadro 4. Estimación de los efectos de aptitud combinatoria especifica (ACE) de 28 híbridos F_1 evaluados en Saltillo, Coahuila, durante el ciclo p-v 2012.

Cruzas	DP	DE	NFP	PPF	REND
IR9*D10	0.28**	-0.01	0.61	108.4*	28.43
IR9*IR13	0.25**	-0.24**	-4.28**	3.07	-18.32
IR9*1R14	0.24**	-0.36**	4.75**	-40.85	21.90
IR9*D6	0.04	-0.05	0.43	2.85	6.02
IR9*D4	-0.32**	0.52**	-4.01*	114.77*	-7.03
IR9*D3	-0.12	0.01	-0.44	29.73	3.75
IR9*D1	-0.05	-0.06	0.35	-61.11	-6.96
D10*IR13	0.40**	-0.45**	1.38	-64.94	-2.75
D10*IR14	0.14	0.09	-3.25*	37.50	-9.81
D10*D6	-0.05	-0.02	2.48	-53.40	9.70
D10*D4	-0.12	0.19*	-0.68	-22.60	-8.49
D10*D3	-0.19*	-0.01	-0.78	54.39	-0.30
D10*D1	-0.28**	0.16	-0.98	108.89*	0.33
IR13*IR14	0.21*	-0.08	2.51	-107.30*	-25.33
IR13*D6	0.04	-0.31**	1.25	-102.03*	-13.39
IR13*D4	-0.20*	0.04	5.08**	-1.96	32.16*
IR13*D3	-0.18	0.22*	1.98	51.97	25.23
IR13*D1	0.01	0.24**	-0.21	108.89*	25.62
IR14*D6	0.39**	0.20	-1.04	213.81**	39.21**
IR14*D4	-0.05	-0.24**	2.78	-89.21	5.20
IR14*D3	-0.03	0.29**	-1.65	77.26	3.93
IR14*D1	-0.14	0.16	-1.85	44.47	-1.69
D6*D4	-0.13	-0.11	1.69	-59.07	-2.71
D6*D3	0.10	0.06	1.69	22.70	1.79
D6*D1	-0.21*	-0.01	1.21	-115.77*	-15.50
D4*D3	-0.13	0.38**	-0.75	183.50**	31.59*
D4*D1	-0.12	0.29**	-4.28**	187.79**	-8.24
D3*D1	-1.13	0.21*	1.61	-85.76	-2.43

*, **= Significativo a 0.05 y 0.01, respectivamente.

En cuanto a diámetro ecuatorial (DE) las cruzas con mayor valor ACE positivo son el IR9*D4, D4*D3, D4*D1, IR14*D3, IR13*D1, con significancia (p≤0.01) y las cruzas con diferencias

significativas (p≤0.05) son IR13*D3, D3*D1 y D10*D4, respetivamente. Caso contrario para los híbridos con mayor valor ACE negativo para esta misma variable fueron D10*IR13, IR9*IR14, IR13*D6, IR9*IR13 e IR14*D4, manifestando contrastes significativos (p≤0.01). En la variable NFP las cruzas con mayor valor de ACE positivo mostrando divergencia (p≤0.05) fueron; IR13*D4 e IR9*IR14, así mismo se encontraron diferencias (p≤0.01) con valor negativo para los híbridos IR9*IR13, D4*D1 y diferencias (p≤0.05) las cruzas IR9*D4 y D10*IR14. En cuanto a peso promedio de fruto (PPF) el valor positivo significativo (p≤0.01) fueron para IR14*D6, D4*D1 y D4*D3, además se encontró contraste (p≤0.05) en los híbridos IR14*D4, IR13*D1, D10*D1 y IR9*D10, mientras que las cruzas con valores negativos altos y con diferencias (p≤0.05) fueron D6*D1, IR13*R14 e IR13*D6. Para la variable rendimiento (REND), el hibrido IR14*D6 fue el que presentó el mayor valor positivo de ACE con diferencia significativa (p≤0.01), a su vez las cruzas con significancia (p≤0.05) fueron IR13*D4 y D4*D3. El alto rendimiento de una cruza puede deberse a la suma de efectos aditivos de los genes de ambos progenitores, o bien, a los efectos de interacción de los alelos dominantes de un progenitor con los alelos recesivos del otro progenitor (Falconer, 1981).

En el Cuadro 5 se muestran los comportamientos de los genotipos involucrados en el análisis para rendimiento de fruto expresado en toneladas por hectárea (t ha^{-1}), donde se observa a la línea IR9 con mayor rendimiento con 81.6 t ha^{-1} y los híbridos con mayor potencial de rendimiento fueron D4*D3, IR14*D6, IR13*D4, IR13*D3 e IR9*D10, teniendo rendimientos arriba de 100 t ha^{-1} en campo abierto, superando el promedio nacional reportado en el 2013 que fue de 57.21 t ha^{-1}, (SIAP, 2013). Resultado similar encontraron Bazán *et al*., (2005) evaluaron cinco genotipos de tomate en condiciones de invernadero, encontrando que el cultivar Yaqui mostró el más alto rendimiento de fruto (37.5 t ha^{-1}) y el de mayor altura (68.8 cm).

Cuadro 5. Rendimiento de fruto (t ha^{-1}) de progenitores y cruzas de tomate, 2012.

Líneas	IR9	D10	IR13	IR14	D6	D4	D3	D1
IR9	81.6	101.0	46.5	96.6	82.0	77.3	86.6	54.9
D10		73.6	68.7	71.6	92.4	82.6	89.3	68.9
IR13			68.1	48.3	61.6	115.5	107.1	86.5
IR14				62.4	124.0	98.4	95.7	69.1
D6					66.8	91.8	94.8	56.5
D4						52.2	133.0	72.2
D3							70.7	76.5
D1								51.9

CONCLUSIONES

La aptitud combinaría general y específica, en la mayoría de los genotipos mostraron características sobresalientes que los hace elegibles para avanzarlos a la siguiente generación. Las cruzas de más alto rendimiento fueron D4*D3, IR14*D6, IR13*D4, IR13*D3 e IR9*D10, superando las 100 t ha^{-1} en campo abierto; estas cruzas mostraron una ACE para rendimiento mayor que los demás híbridos, así mismo las líneas IR9 y D10 presentaron valores altos de ACG. Las líneas y cruzas que mostraron el mayor efecto de ACG y ACE con respecto a rendimiento, podrían ser utilizadas en programas de mejoramiento genético, con el propósito de explotar de manera exitosa tanto la acción génica aditiva como de dominancia

BIBLIOGRAFIA

Bazán, M. T.; González, J. M. G.; Radillo, F. J. and Ramírez, P. E. C. 2005. Evaluation of five genotypes of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in greenhouse. HortScience. 40(4):993-1147.

Falconer, D. S. 1981. Introducción a la genética cuantitativa. Segunda ed. Editorial CECSA. London. Logmans. 430p.

Griffing, B. (1956b). Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Aust. J. Biol. Sci. 9*: 463-493.

Instituto Nacional de Estatística, Geografía e Informática (INEGI). (2000). URL: http://www.inegi.gob.mx.

Mendoza de Jesús, V.; Sahagún, C. J.; Rodríguez, P. J. E.; Legaria, S. J. P.; Peña, L. A. y Pérez, G. M. 2010. Heterosis intervarietal en jitomate de crecimiento indeterminado tipo saladette. Revista Chapingo Serie Horticultura 16(1): 57-66.

Servicio Integral de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2013. Estadísticas agrícolas por entidades de México. URL:http://www.siap.sagarpa.gob.mx.

Zewdie Y, P W Bosland, Steiner. 2000. Combining ability and heterosis for capsaicinoids in *Capsicum pubescens*. HortSciencie. 36:1315-1317.

Zhang, Y.; Kang, M. S. and Lamkey, K. R. 2005. DIALLEL-SAS05: a comprehensive program for Griffing´s and Gardner-Eberhart analyses. Agron. J. 97:1097-1106.

EFECTO DEL SUSTRATO SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD FITOQUÍMICA DE FRUTOS DE TOMATE

Ema Luz Pérez Velázquez[1*], Pablo Preciado Rangel[1], Manuel Fortis Hernández[1], Francisco Javier Ruiz Ortega[1]

[1]Instituto Tecnológico de Torreón, Carretera. Torreón-San Pedro, Apdo. Postal 42, km 7.5, Torreón, Coahuila, México CP 27070.
*luz_pe11@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El cultivo de tomate *(Solanum lycopersicum*) es una de las principales hortalizas cultivadas en México y en todo el mundo, consumiéndose fresco o procesado (Al–Omran *et al.,* 2010). Esta hortaliza es la que más superficie ocupa bajo condiciones protegidas. En la Comarca Lagunera se reportaron 490 hectáreas de tomate producidos bajo condiciones protegidas (malla sombre e invernadero) con un rendimiento de 146 toneladas por hectárea (SAGARPA, 2014). La producción de hortalizas en malla sombra está en continuo crecimiento y está desplazando paulatinamente al uso de invernaderos en esta región ya que representa una serie de ventajas para los agricultores. Dentro de las ventajas que ofrece el uso de malla sombra se tiene la disminución de hasta el 25% del agua requerida para el cultivo, reducción de la contaminación, menor tiempo a inicio de cosecha, rendimientos que superan hasta en 300% más a los que se obtienen en condiciones de campo abierto y finalmente la obtención de alta calidad de las cosechas (Cook, 2007). En esta región el éxito de la producción de tomate en sistemas protegidos, está basada en la aplicación de grandes cantidades de agroquímicos con altos costos de producción (hasta el 51% de los costos de producción), costos que se incrementan anualmente debido a que los fertilizantes provienen del extranjero. Ante esta situación es necesario disminuir la dependencia de los fertilizantes y los riesgos que estos implican sobre la salud humana y del ambiente (Nieto-Garibay *et al.,* 2002) Una alternativa es la agricultura orgánica en la cual se obtienen alimentos inocuos ya que no utiliza fertilizantes ni plaguicidas sintéticos (Alvajana *et al.,* 2004; Márquez *et al.,* 2006), y no utiliza ningún tipo de insumos que pudiera se contaminante para las plantas, ser humano, agua, suelo y al medio ambiente (Alrøe y Kristensen, 2004; Alvajana *et al*., 2004). Con base en lo anteriormente mencionado el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes mezclas de sustratos orgánicos y arena en la producción de tomate bajo condiciones de malla sombra.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio experimental. El presente trabajo experimental fue realizado en una malla sombra de 10 x 25 m, ubicada en el Instituto Tecnológico de Torreón (ITT), Torreón, Coahuila, México, ubicado entre los paralelos 24° 30' y 27° N, y meridianos 102° 00' y 104° 40' W, a una altitud de 1.120 msnm. La dimensión del invernadero fue de 120 m^2, con estructura de acero galvanizado y cubierta de polietileno tratado contra rayos ultra violeta, calibre 720.

Material vegetativo y manejo de la planta. Semillas de tomate tipo Saladette (cv Sahel), fueron sembradas en contenedores de polietileno de 200 cavidades, las cuales contenían Peat Moss húmedo como sustrato. El contenedor fue cubierto con una bolsa plástica negra, y se irrigó diariamente con atomizador hasta la germinación de las semillas. El trasplante fue efectuado cuando las plántulas tuvieron 10-15 cm de altura y de 3-5 hojas verdaderas. Las plántulas fueron colocadas en bolsas de plástico de polietileno calibre 800 color negro de 10 k de capacidad; fue colocada una plántula/maceta; estas fueron distribuidas en doble hilera con una separación de 30 cm a una densidad de población de 4 plantas m^{-2}. El riego se realizó dos veces al día, con un volumen de 500 mL por maceta desde el trasplante hasta la floración y de floración a cosecha 2.0 L por planta. La polinización fue realizada de forma manual diariamente entre las 12:00-14:00 desde la floración hasta el inicio del desarrollo del fruto. Las plantas fueron podadas y guiadas a un tallo, el cual fue sostenido con una rafia sujeto a alambres dentro de la malla sombra. Para el control de plagas y enfermedades se emplearon productos orgánicos (aceite vegetal de Neem y extracto de ajo a razón de 5 cm^3 por litro de agua).

Tratamientos**.** Se evaluaron mezclas de sustratos orgánicos de estiércol bovino (solarizado, composteado y vermicomposteado) y la solución nutritiva Steiner como testigo. La solarización del estiércol y la elaboración de la compost fueron elaboradas en las cercanías del sitio experimental y en el área de producción de vermicompost del Instituto. Las mezclas fueron realizadas en base a volumen (v:v, Cuadro 1).

Cuadro 1. Proporciones utilizadas en la elaboración de los sustratos evaluados en el experimento de tomate en invernadero.

Tratamientos	Materiales utilizados (v:v)
T1: 80%A+20%VER	80% arena + 20 % vermicompost.
T2: 80%A+20%ES	80% arena +20 % estiércol solarizado
T3: 80%A+20%P	80% arena + 20% piedra pómez (Solución Steiner)
T4: 80%A+5%S+15%VER	80% arena + 5% suelo +15 %vermicompost
T5: 85%A+15% ES	85% arena + 15% estiércol solarizado
T6: 80%A+5%S+15%ES	80%arena + 5% suelo + 15% estiércol solarizado

Como sustrato para el desarrollo del cultivo se utilizó perlita (B12) y arena, la cual esterilizada con una solución de hipoclorito de sodio al 5%. El tratamiento testigo consistió en la de solución nutritiva Steiner, preparada con fertilizantes comerciales altamente solubles, un pH de 5,5 y una conductividad eléctrica de 2.0 dS m^{-1}. El diseño experimental fue completamente al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones cada uno, dando como resultado 24 unidades experimentales.

Las variables evaluadas fueron: rendimiento, y contenido de licopeno en frutos de tomate

Variables evaluadas en planta***:*** Rendimiento (kg/m^2): se cosecharon los frutos de tomate considerando su tamaño comercial; se utilizó una balanza analítica marca Shimadzu, considerando el peso de cuatro plantas por tratamiento.

Variables evaluadas en fruto: El licopeno. Fue determinado usando una modificación del método cromatográfico publicado por Berra (2012), basado en el método citado por Barba *et al* (2006). Un gramo de tomate fresco fue mezclado con 5 ml de una solución cloroformo: metanol (5:1) en un tubo Falcon. La mezcla muestra-solventes fue agitada en ausencia de luz por 24 horas en un agitador rotatorio a 20 rpm. Luego la fase de cloroformo fue separada, centrifugada a 4000 rpm por 10 minutos, y filtrada en una columna de separación empacada con sulfato de sodio (Sigma) activado. Después el cloroformo fue evaporado del extracto en un rotavapor, y el residuo fue almacenado a -20^{o}C hasta su reconstitución y análisis. El residuo fue reconstituido en cloroformo grado cromatografico (Sigma), y filtrado a través de un filtro de membrana (MARCA) de 0.45 µm antes de ser inyectado en un equipo de cromatografía de alta resolución Hewlett Packard (Serie 1200, Palo Alto, Calif., U.S.A.) usando el software Chem Station para CL (Agilent Technologies, Palo Alto, Calif., U.S.A.). El licopeno fue eluido en una columna (MARCA) C18 a un flujo de 0.5 ml/min, usando como fase móvil una mezcla 50:50 de acetonitrilo (Sigma) y metanol (Sigma) al 70%, ambos solventes grado cromatografico. El efluente fue monitoreado a 472 nm en un detector de arreglo de diodos. Los resultados fueron obtenidos usando una curva estándar para licopeno (Sigma), y reportados como mg de licopeno por g de tomate fresco.

Análisis estadístico. Los resultados obtenidos fueron analizados con un análisis de varianza y para la comparación de separación de las medias con la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento

Los resultados obtenidos mostraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, obteniendo el mayor rendimiento las plantas fertilizadas con la solución nutritiva con un

promedio de 14.3 kg m^{-2}; superando con 1.60 kg al mejor tratamiento AES (T5) el cual obtuvo 12.72 kg m^{-2}; sin diferencias estadísticas entre ambos tratamientos al igual que AV (T1) y ASV (T4). Los menores rendimientos fueron para los tratamientos con estiércol AES (T2) y ASES (T5) (Figura 1). Las Explotaciones comerciales de tomate en malla sombra en la Comarca Lagunera reportan rendimientos de 12 – 15 kg m^{-2} para que sea redituable su producción.

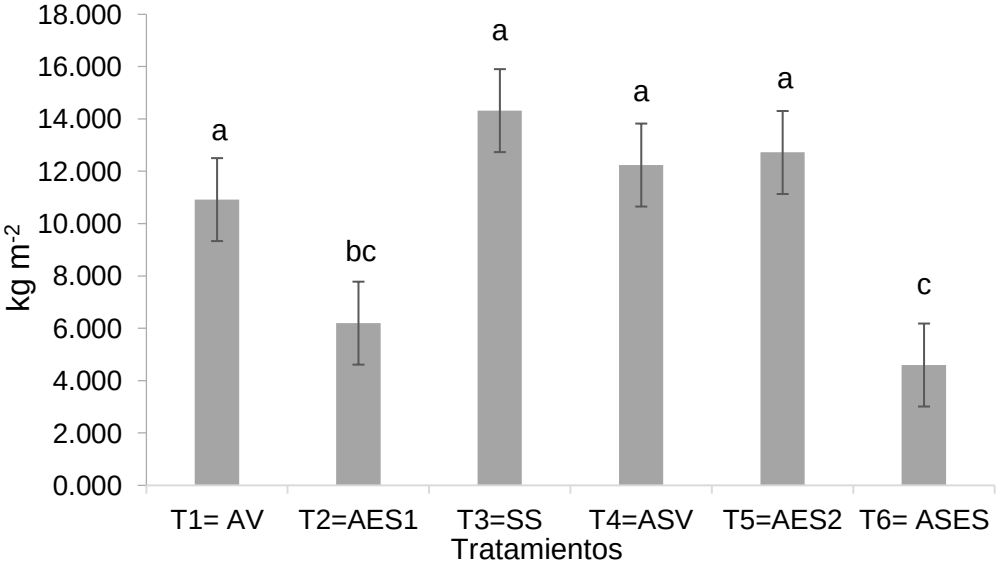


Figura 1. Comparación de medias del rendimiento (kg $planta^{-1}$) de tomate, producido en macetas con mezclas de sustratos orgánicos en condiciones de malla sombra. Letras distintas dentro de cada columna indican diferencia estadística significativa (Tukey, $P \leq 0,05$).

Contenido de licopeno

El licopeno es un compuesto fotoquímico muy importante ya que su consumo produce efectos benéficos para la salud humana y juegan un papel importante en la prevención de enfermedades crónicas; los antioxidantes, incluyendo al licopeno, interactúan con las especies reactivas del oxígeno, pudiendo mitigar el efecto dañino y jugar un papel significativo en la prevención de dichas enfermedades (Krzysztof y Blasco, 2010). El contenido de licopeno en los frutos tomates cosechados fueron afectados significativamente por el tipo de sustrato ($P \leq 0.05$). De acuerdo con lo observado en este experimento, el contenido de licopeno en los frutos de tomate fue el tratamiento AESS (T5) presentó el valor más alto de licopeno, seguido del tratamiento de AV (T1) y del tratamiento de ASV (T4); el tratamiento testigo (T3) presentó un valor 2.62, siendo inferior en un 34 % respecto al tratamiento más alto (T5). Por otra parte, se ha reportado que el contenido de licopeno puede variar de acuerdo con las técnicas de fertilización, tiempo de cosecha y variedad seleccionada y condiciones ambientales, y en general aquellos factores que generen en la planta algún tipo de estrés (Waliszewski y Blasco, 2010). En este sentido el uso de abonos orgánicos al tener un exceso de sales solubles

pudieron provocar algún tipo de estrés que incrementara el contenido de licopeno en los frutos de tomate. La cantidad licopeno es más baja en comparación con valores reportados por investigadores en tomate tipo Saladette con 3 - 18 mg de licopeno·100 g·pulpa^{-1} (Hedges y Lister, 2005; Macua *et al*., 2007).

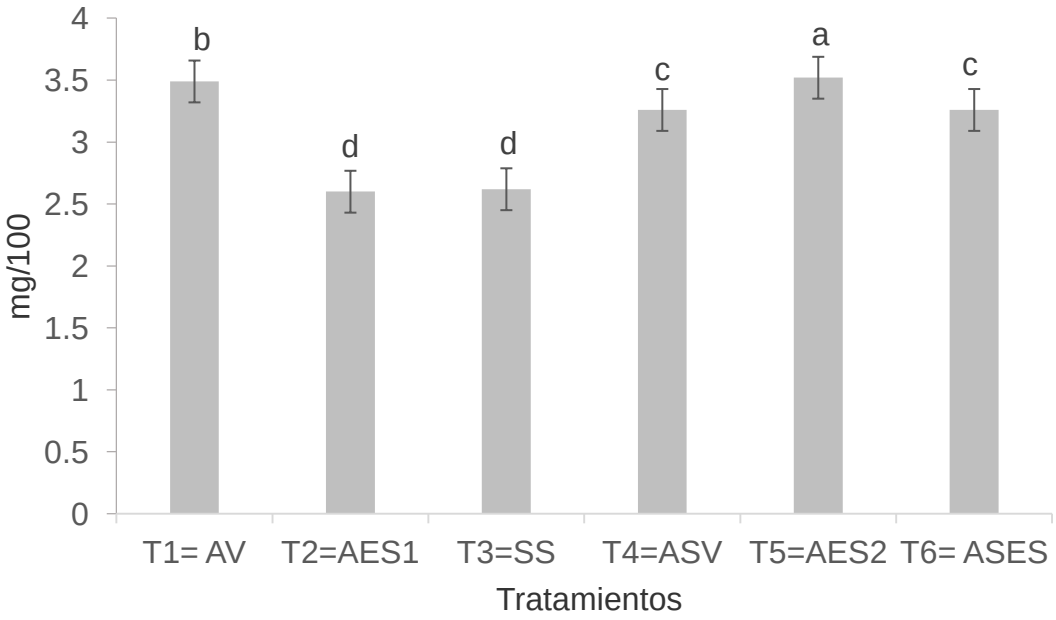


Figura 2. Contenido de licopeno presente en 100 mg de fruto tomate. Letras distintas dentro de cada columna indican diferencia estadística significativa (Tukey, $P \leq 0.05$).

CONCLUSIONES

El rendimiento de tomate fue mayor con la utilización de la solución Steiner, sin diferencias significativas con el tratamiento de la mezcla de arena más suelo y estiércol solarizado (85:5:15) y este último logró mayor contenido de licopeno en los frutos de tomate. La utilización de abonos orgánicos utilizados en bajas proporciones (80:20) con arena como material inerte, podrían permitir obtener rendimientos aceptables y de alta calidad fotoquímica en frutos de tomate, lo cual se considera una mejora en la producción sustentable bajo condiciones protegidas.

BIBLIOGRAFÍA

Al-Omran M, Albalawi ZH, Tashkandi MF, Al-Ansary LA. 2010. Enteral versus parenteral nutrition for acute pancreatitis. *Cochrane Database Syst Rev 1*

Alrøe, H. F.; Kristensen, E. S. 2004. "Basic Principles For Organic Agriculture: Why and what kind of principles?" Ecology &Farming: 1-8.

Alvajana, M. C. R.; Hoppin, J. A.; Kamel, F. 2004. Health effects of chronic pesticida exposure: cancer and neurotoxicity. Annu. Rev. Public Health 25: 155-197.

Barba, A.I.O., Cámara Hurtado, M., Sánchez Mata, M.C., Fernández Ruiz, V., López Saénza de Tejada, M. 2006. Application of a UV-vis detection HPLC method for a rapid determination of lycopene and b-carotene in vegetables. Food Chem. 95: 328-336.

Berra, W.G. 2012. HPLC method optimization and validation for determination of lycopene in tomato (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) fruits. Science, Technology and Arts Research Journal. 1: 14-26.

Cook, R. 2007. El mercado dinámico de la producción de tomate fresco en el área del TLCAN. Departamento de Agricultura y Recursos Económicos. Universidad de California, Davis.

Hedges LJ, Lister CE (2005). Nutritional attributes of tomatoes. Crop & Food ResearchConfidential Report No. 1391.

Macua, J. I., Lahoz, J. Garnica, S Calvillo, J. Zuñiga y A. Santos. 2006 Tomate de industria. Instituto técnico y de Gestion Agricola. Navarra, España. 21-28 p.

Márquez, H. C.; Cano, R. P. 2006. Producción orgánica de tomate cherry bajo invernadero. Actas Portuguesas de Horticultura 5: 219-224.

Nieto, G. A.; Murillo; A. B.; Troyo, D. E.; Larrinaga, M. L., J. A.; García, H. J. L. 2002. El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible de Chile (*Capsicum annuum* L.) en zonas áridas. Interciencia 27(8): 417-421.

SAGARPA-Región Lagunera. 2014. Reporte anual, Ciencia y tecnología para el campo mexicano.

Waliszewski KN, Blasco G. Propiedades nutraceúticas del licopeno. Salud Publica Mex 2010;52:254-265.

TASA DE IMBIBICIÓN Y AGUA ABSORBIDA EN TRIGOS DUROS Y UN TRITICALE

Víctor Manuel Zamora Villa[1]*, Modesto Colin Rico[1], María Alejandra Torres Tapia[1], Martha Alicia Jaramillo Sánchez[1], Alejandro Javier Lozano del Rio[1].

[1] Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro No.1923. Buenavista, Saltillo, Coahuila. C.P. 25315. Tel. y fax (844)4110220.
* Autor Principal. E-mail: vzamvil@uaaan.mx

INTRODUCCIÓN

En el norte de México los cereales de grano pequeño son utilizados para la producción de grano y forraje, ya que generalmente son cultivos de bajo costo de producción, en Coahuila el trigo harinero ha sido desplazado por el trigo duro en lo que a producción de grano se refiere. Aunque la mayor producción de este cereal se da bajo condiciones de riego, existen una superficie que se cultiva bajo temporal en éste Estado usando trigos harineros ancestrales y eventualmente algunos trigos duros. Bajo temporal, dado lo errático de la distribución y cantidad de lluvia, la germinación y el establecimiento del cultivo se ven fuertemente afectados, por lo que una estrategia para asegurar una población adecuada de plantas lo constituye el acondicionamiento de la semilla antes de la siembra (Giri y Schillinger, 2003).

El acondicionamiento de la semilla busca iniciar el proceso de germinación sin llegar a concluirlo (lo cual ocurre con la protrusión de la radícula a través de la testa). La primera etapa del proceso de germinación es conocido como imbibición y se caracteriza por la rápida hidratación de la semilla, por esta razón el acondicionamiento es el procedimiento que hidrata parcialmente a la semilla, seguida por un secado de la misma, para su posterior uso en la siembra.

Obviamente se ha utilizado agua (hidroacondicionamiento), así como soluciones osmóticas (osmoacondicionamiento), soluciones salinas (haloacondicionamiento) o soluciones con nutrientes o extractos vegetales para estudiar la velocidad o tasa de imbibición y tratar de encontrar el tratamiento más adecuado para el cultivo que se esté estudiando. Dada la importancia que tiene el cuidado del ambiente, el acondicionamiento con agua es la opción más natural, simple y de bajo costo, menos riesgosa y altamente amigable con el ambiente (Ghasseni-Golezani *et al.,* 2008), que en algunos estudios de laboratorio ha mostrado ser igual o más efectiva que otros medios de acondicionamiento estudiados (Giri y Schillinger, 2003). En algunos cultivos, la tasa de imbibición no se relacionó con el porcentaje de germinación (Méndez *et al.,* 2008) y en otros se ha encontrado respuesta en invernadero y laboratorio pero no en condiciones de campo (Giri y schillinger, 2003), mientras que otros han reportado su efecto en el rendimiento e inclusive sobre el componente específico del rendimiento que resulta

favorecido con el hidroacondicionamiento (Ghasseni-Golezani *et al.,* 2010); sin embargo, es necesario conocer la tasa de imbibición de las semillas como punto de partida para definir el mejor tiempo de acondicionamiento, como una forma de generar una estrategia para tratar de asegurar el establecimiento del cultivo en dicha temporada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales evaluados en laboratorio fueron tres líneas (AN-474, AN-477 y AN-484), dos variedades de trigo duro (Altar y Cirno), más un Triticale (Huerfanita), determinando la tasa de imbibición y volumen de agua absorbido de cien semillas por cada genotipo, tomando el peso inicial de la semilla en gramos y colocadas en vasos de precipitado de 150 mL, posteriormente se agregaron 100 mL de agua destilada, dejando imbibir a temperatura ambiente; transcurridas cuatro horas, se decantó el agua en una probeta graduada a través de un colador quitando la mayor cantidad de agua entre las semillas y registrando el volumen sobrante del inicial; a la semilla se le quitó el resto posible de agua superficial con papel absorbente y se pesó nuevamente, registrando el peso adquirido en gramos para las cuatro horas. Una vez evaluado lo anterior, nuevamente se agregaron 100 mL de agua destilada limpia por cada repetición, este proceso se realizó cada cuatro horas en todos los genotipos hasta observar una germinación fisiológica del 50% más uno, tomando la anotación del volumen absorbido y peso adquirido en cada cuatro horas. De cada genotipo se tuvieron tres repeticiones en un arreglo completamente al azar. La tasa de imbibición se calculó como porcentaje de incremento de peso en cada lectura con respecto al peso inicial. Se realizaron análisis de varianza para cada lectura y para el total de las lecturas como un parcelas divididas en arreglo completamente al azar, con el fin de determinar la existencia de diferencias en el comportamiento de los genotipos y posible interacción; con los promedios de las repeticiones en cada lectura se realizó un análisis de regresión para establecer el efecto del tiempo de humedecimiento, determinar el tipo de efecto y obtener su ecuación de predicción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se detectaron diferencias altamente significativas ($p<0.01$) entre los tiempos de imbibición y entre los genotipos evaluados para la tasa de imbibición y el volumen de agua absorbida, pero no se presentó significancia en la interacción genotipos por tiempo de imbibición, sugiriendo que a través de los tiempos estudiados los genotipos mostraron un comportamiento similar en las dos variables estudiadas.

En ambas variables, el triticale “Huerfanita” presentó la media más alta como único integrante del primer grupo de significancia y en la tasa de imbibición fue seguido por las variedades de trigo duro Cirno y Altar, en tanto que en el volumen de agua absorbida estas variedades quedaron en última posición, lo cual se puede apreciar en las Figuras 1 y 2. La superioridad mostrada por el triticale (Tcl) pudiera deberse al mayor tamaño de su grano (Méndez Natera *et al.,* 2008) ó como lo establecen Copeland y McDonald (1985), a la composición química de la semilla y permeabilidad de la cubierta de la semilla.

En la Figura 1 se aprecia también el comportamiento registrado para la línea AN-477-13, que a las 12 horas mostró una tasa de imbibición elevada y una disminución a las 24 horas, así como la disminución en la tasa del Tcl. Huerfanita a las 40 horas, las cuales se atribuyen a errores en el pesaje. Fuera de estos tres datos, las diferencias entre los genotipos se mantienen desde el principio.

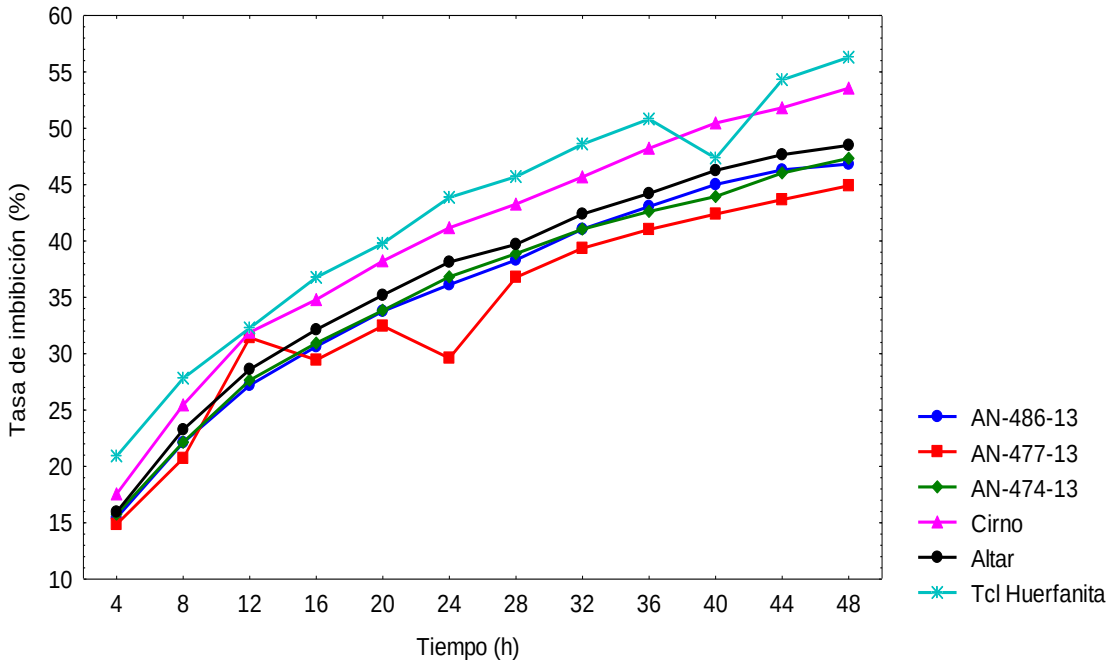


Figura 1.- Tasa de imbibición de los genotipos evaluados

En lo referente al volumen de agua absorbida por los genotipos, se aprecia en la Figura 2 que durante las primeras ocho horas el volumen absorbido es muy similar entre los genotipos y hasta las 12 horas se empieza a diferenciar el Triticale Huerfanita, sugiriendo que se requieren al menos diez horas de imbibición para que se empiecen a manifestar las diferencias entre las especies estudiadas. Esto concuerda con lo reportado por Giri y Schillinger (2003), quienes sugirieron que el remojo óptimo en trigo puede ser menos de 12 horas.

La ausencia de caídas o elevaciones bruscas en esta variable respaldan lo expresado anteriormente acerca de la ocurrencia de tres errores de pesaje detectados en la tasa de imbibición.

Al realizar el análisis de regresión, se encontró para ambas variables una respuesta cuadrática y valores aceptables del coeficiente de determinación (R^2) indicando lo adecuado de las funciones encontradas (Cuadro 1). Es interesante señalar que aunque el Tcl. Huerfanita mostró la tasa de imbibición superior (como lo indica su intercepto) el mayor grado de ajuste de la función se presentó en la línea AN-486-13, aunque todos los coeficientes de determinación fueron aceptables.

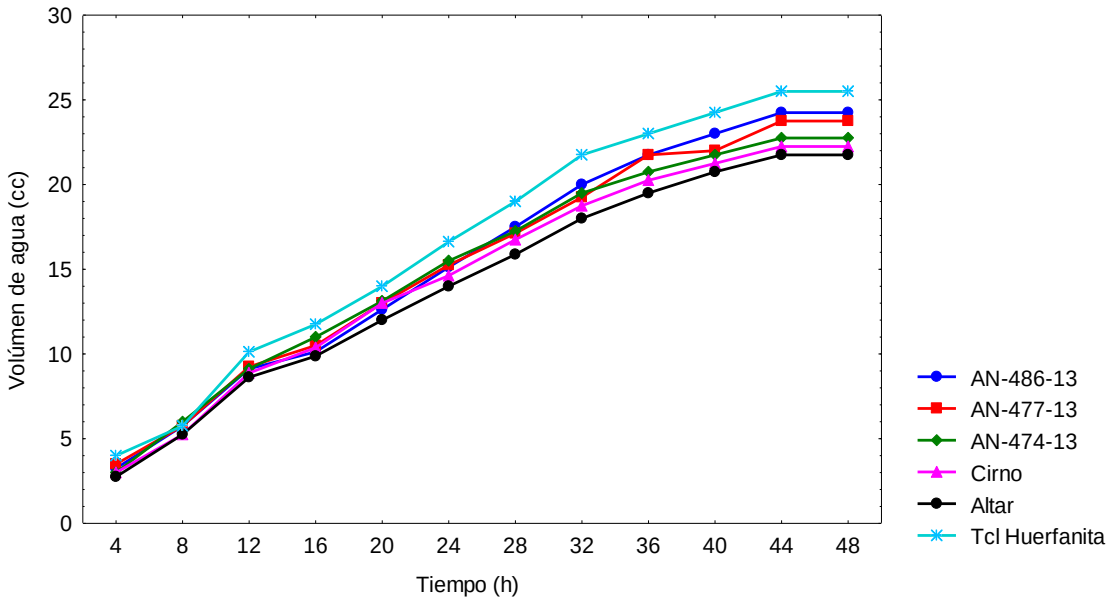


Figura 2.- Volumen de agua absorbida por los genotipos evaluados.

Mediante la obtención de la segunda derivada de la función cuadrática encontrada para cada genotipo, se determinó el máximo de la misma y al despejar la ecuación se obtuvieron los valores máximos de imbibición, los cuales oscilaron en el rango de 24.5 hasta 30.5 horas, correspondientes a la variedad Altar y la línea AN-477-13, respectivamente, tal como se aprecia en el siguiente cuadro. Se aprecia también como el triticale Huerfanita presentó el intercepto más alto que los trigos duros y el coeficiente de regresión lineal más alto después de la variedad de trigo duro Cirno; como se infiere de la Figura 1 la línea AN-477-13 mostró el intercepto y –coeficientes lineal y cuadrático más bajos de todos los genotipos evaluados.

Cuadro 1.- Respuesta de la tasa de imbibición, coeficiente de determinación y tiempo a la máxima tasa de imbibición en trigos duros y triticale evaluados.

Genotipo	Respuesta	R^2	T. Max.
AN-486-13	$20.342 + 0.676X - 0.013X^2$	0.994	26.0
AN-477-13	$19.874 + 0.611X - 0.010X^2$	0.926	30.5
AN-474-13	$20.804 + 0.663X - 0.013X^2$	0.993	25.5
Cirno	$23.354 + 0.747X - 0.014X^2$	0.989	26.7
Altar	$21.626 + 0.686X - 0.014X^2$	0.992	24.5
Huerfanita	$25.546 + 0.727X - 0.013X^2$	0.975	28.0

La determinación de la ocurrencia de la máxima tasa de imbibición pudiera marcar un punto de saturación inicial y el inicio de la segunda etapa del proceso de germinación (actividad enzimática), sobre la cual es necesario realizar más estudios; al respecto, Méndez Natera et al. (2008), solo la mencionan como un período de retraso en la absorción de agua (Fase II), misma que puede presentarse también en semillas muertas y latentes, pero al contrario de semillas germinando ellas no entran el la Fase III, la cual está asociada con la protrusión de la radícula.

En nuestro estudio las semillas no presentaron latencia y se propone que el tiempo de ocurrencia de la tasa máxima de imbibición pueda considerarse como el tiempo máximo para los tratamientos de hidroacondicionamiento en los genotipos evaluados (ya pudiese indicar el final de la etapa de imbibición e inicio de la etapa enzimática dentro del proceso de germinación). Al respecto es necesario realizar más estudios con intervalos de tiempo que no sean demasiado grandes como los utilizados por Giri y Schillinger (2003) quienes terminaron sugiriendo que el remojo óptimo se encontraba debajo de las 12 horas, ya que ellos estudiaron remojos de 12, 24 y 36 horas en trigo invernal.

Este cuadro y lo antes enunciado sustentan también la necesidad de considerar las diferencias entre los genotipos para proporcionar el tiempo adecuado de acondicionamiento a los cereales en estudio, ya que el otorgar un tiempo único de acondicionamiento para todos los genotipos beneficiará alguno o algunos de ellos dadas sus particulares características genéticas, bioquímicas, morfológicas o fisiológicas.

CONCLUSIONES

Se concluye que es necesario determinar la ocurrencia de la máxima tasa de imbibición como punto de partida para aplicar el acondicionamiento acorde al genotipo. El triticale estudiado

posee mayor tasa de imbibición que los trigos duros, lo cual pudiera ser una característica de la especie.

BIBLIOGRAFIA

Copeland L O and MB McDonald. 2001. Principles of seed science and technology. (4th ed.). Kluwer Academic Publishers.

Méndez Natera JR, Merazo PJF y Montaño MNJ. 2008. Relación entre la tasa de imbibición y el porcentaje de germinación en semillas de maíz (*Zea mays* L.), caraota (*Phaseoulus vulgaris* L.) y quinchoncho (*Cajanum cajan* (L.) Mill.) Revista UDO Agrícola. 8(1):61-66.

Ghasseni-Golezani K, Aliloo AS, Valizadeh M and M Moghaddam. 2008. Effects of different priming techniques on seed invigoration and seedling establishment of lentil (Lens culinaris Medik). J. of Food, Agriculture and Environmente. 6(2):222-226.

Ghasseni-Golezani K, Chadordooz-Jeddi A, Nasrollahzadeh S and M Moghaddam. 2010. Effects of hydro-priming duration on seedling vigour and grain tield of pinto bena (Phaseolus vulgaris L.) cultivars. Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj. 38(1):109-113.

Giri GS and Schillinger WF. 2003. Seed priming winter wheat for germination, emergence, and yield. Crop Sci. 43:2135-2141.

CAPACIDAD DE PRODUCCION DE FRUTO ROJO SECO DE POBLACIONES AVANZADAS DE CHILE (Capsicum annuum L.) TIPO MIRASOL EN LA REGION LAGUNERA.

Carrillo Amaya José Simón, Enríquez Reyes Jesús, Puente Manríquez José Luis, RuÍz de la Rosa Juan de Dios y Martínez Agüero Héctor Javier

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna
Periférico Raúl López S. y Carr a Santa Fe., Torreón, Coah.
Mail: carrilloaj@yahoo.com.mx

INTRODUCCION

La producción de chile (*Capsicum annuum L*.) seco según datos de (FAOSTAT, 2011) en los últimos años esta se ubica en países asiáticos. México ocupa el décimo lugar, por lo que es necesario importar fruto de China y Perú, Morales y González, 2005; Reyes, et al., 2006). En el ámbito nacional la especie del chile (*Capsicum annuum L*.) Tipo mirasol que comprende a chiles puyas, guajillo, cascabel etc…, se siembra principalmente en el Estado de Zacatecas; aunque se reportan superficies en Coahuila, Durango, Chihuahua. La producción nacional en 2009 fue 1'986,730 ton en 140, 424 ha. El precio medio rural varia de $ 57,456.00 para chile pasilla y $ 46,090.00 por tonelada para chile mirasol. (FAOSTAT, 2011)

Por su trascendencia es importante mejorar su productividad y sustentabilidad, considerándose su rendimiento y calidad de fruto, a través de genotipos mejor adaptados. Es importante también generar tecnología integral para el manejo del cultivo y definir áreas que permitan mejor y mayor expresión del potencial genético de los materiales. (Carrillo, et al., 2007). En la Comarca Lagunera en 2010, se cultivaron 2,384 ha, con una producción de 26,265 ton. Los municipios que destacan por su producción son Matamoros, Lerdo y Nazas, en este último para 2010 se cultivaron cerca de 500 ha, aquí destaca el chile tipo mirasol para deshidratar, aunque también se producen jalapeños, anchos, chilacas y serranos. (Chew et al., 2007). La problemática regional es la falta de variedades mejoradas, obteniéndose a nivel comercial baja producción y calidad. (Carrillo, et al., 2007). Una alternativa de solución es mejorar genéticamente las poblaciones regionales por medio de selección poblacional (selección masal, selección familial), En base a que existe gran diversidad genética, de la cual es posible obtener genotipos mejorados. (Carrillo, et al., 2007)

El chile es una solanácea con seis especies principales y diez especies secundarias. Es una planta perene, herbácea, su raíz es pivotante que profundiza hasta 120 cm, la altura de la planta varía de 0.30 a 1.0 m, el fruto es una baya entre verde y amarilla o roja. (Licona, 2006).

La especie Capsicum comprende tipos como mirasol, pimiento, jalapeño, serrano, habanero, etc… El tamaño del fruto, su precocidad y su resistencia a enfermedades constituyen otros aspectos de importancia del cultivo. (Lucas, 2011). El fruto contiene altas cantidades de vitaminas A y C, en menor proporción el complejo "B". (Galindo, 2007). La materia seca del fruto es de 20 a 24%, el fruto también contiene ácidos volátiles, lípidos, aminoácidos, proteínas y ácidos orgánicos. Dentro del 40% de de la producción de chile seco, destacan el ancho, mulato y tipos mirasol. (Galindo, 2007); otros tipos de chiles que destacan en México son pasilla y guajillo, sobresaliendo Zacatecas con 71%, Chihuahua con 20% y Durango con 2%. (Lucas, 2011)

El ciclo biológico del cultivo varía dependiendo del genotipo, de la temperatura, la duración del día y de la intensidad luminosa. El cultivo de chile requiere una temperatura media de 24° C; con 15º C el crecimiento es lento y a 10° C el desarrollo se detiene; con 35° C la fructificación se reduce considerablemente. (Licona, 2006). En relación a suelos el cultivo prospera en diferentes suelos, aunque prefiere suelos profundos y francos (arenosos, limosos ó arcillosos), con alto contenido de materia orgánica, buen drenaje y con pH de 6.5 a 7.0. (Licona, 2006). Es importante indicar que el clima de la Comarca Lagunera seco, semi-cálido, con temperatura media anual de 20 a 22°C y la precipitación media anual es aproximadamente de 240 mm, con lluvias en julio, agosto y septiembre. (SAGARPA 2002)

En el carácter rendimiento de fruto, en chile mirasol, jalapeño, serrano, negro y chilaca, se ha detectado la presencia de efectos aditivos y de dominancia, lo cual justifica la formación de variedades de polinización libre é híbridos. También el tamaño de fruto permite lograr avances importantes en el mejoramiento del rendimiento de fruto, el cual está determinado por muchos genes aditivos. (Hernández, 2003). La varianza genotípica es responsable de la variación del fenotipo, y puede variar en distintos caracteres del mismo organismo, para el mismo carácter en organismos distintos e incluso para el mismo carácter en poblaciones distintas del mismo organismo (Asprelli, et al., 2001). La baja heredabilidad indica un alto efecto ambiental y por consiguiente dificultades en la mejora por selección de un carácter dado. Por el contrario, la heredabilidad alta indica bajo efecto ambiental para el carácter, por lo su efecto aditivo es alto y susceptible de mejorar por selección (Moreno et al, 2006; Gutiérrez del Río et al, 2004; (Carrillo, et al. 2006) encontraron que las poblaciones 31 y 28 obtuvieron los más altos rendimiento de fruto rojo fresco, con 18,258 y 17,281 kg/ha. Así también destacaron por su precocidad a cosecha, con 83 y 69 % de fruto maduro rojo y 12 y 21% de fruto verde fresco

respectivamente; en fitosanidad de frutos, se obtuvo entre las poblaciones seleccionadas de 1 a 10% de pudrición, en comparación a 23% del testigo. Crespo, 2011. Encontró que en rendimiento seco total en primera cosecha, las poblaciones sobresalientes fueron Sel – 11 y Sel – 16 con valores de fruto rojo y rayado de 5,610 y 4,088 kg/ha, además Sel – 16 destacó con 85% de fruto grande y por tanto con mayor calidad.

Los insectos dañinos que afectan al cultivo en la región son gusano minador, mosca blanca, paratriosa, pulgón y araña roja (Tetranichus sp); en tanto que algunos fitopatógenos provocan enfermedades en planta y fruto, tales como hongos, bacterias, nematodos y virus. (Chew et al., 2007). El Domping off. (Pythium spp; Rhizoctonia solani Jun; Fusarium spp. y Phytophthora spp.), es una enfermedad que afecta desde la germinación, hasta planta adulta y ocasiona su muerte. (Chew et al., 2007); La marchitez del Chile (Phytophthora Capsici Leonina), ataca principalmente al cuello de la raíz, las lesiones son de color café oscuro, lo que evita el paso de nutrientes y agua provocando marchitamiento repentino y la muerte de la planta.

El objetivo de este estudio fue determinar la capacidad de producción y calidad de fruto rojo seco de poblaciones avanzadas de chile tipo mirasol y su adaptación a las condiciones agroclimáticas de la región lagunera. Considerándose que estas poblaciones seleccionadas son superiores en rendimiento y calidad a las poblaciones originales.

MATERIALES Y METODOS

El material genético de chile tipo mirasol evaluado en las condiciones agroclimáticas de la región lagunera, originalmente fue colectado en Nazas, Durango, mismo que ha sido evaluado durante dos ciclos, de donde fueron seleccionadas las poblaciones para este estudio, las cuales se indican en seguida: H – 25D, Rodeo – 12, CB – 6, Sel – 32, Pro – 1, CB – 3, Sel – 16, Gen – 4, Sel – 11, Nazas – 05 y Poanas (t).

Estos materiales, proceden de un ciclo de evaluación realizado durante la época de primavera - verano de 2011, evaluándose en 2012 los materiales más sobresalientes, incluyéndose además otras poblaciones con características del tipo mirasol, que son propias para deshidratar. Es importante indicar que el material originalmente fue colectado en la región de Nazas, Durango.

La evaluación de las poblaciones se llevó a cabo durante el ciclo prim – ver 2012, en el campo experimental de la UAAAN – UL, El diseño experimental fue bloques al azar con tres

repeticiones, con unidades experimentales de dos surcos de 6.0 m y plantas a 0.50 m, con separación entre surcos de 1.2 m, incluyéndose un testigo de comparación, el trasplante se realizo durante la primera semana de abril, la dosis de fertilización fue 150-60-00. Para cubrir la necesidades hídricas del cultivo se realizaron riegos con una frecuencia de aproximadamente de 12 días y laminas de 8 cm, completándose una lamina total de aproximadamente 80cm.

Las características cuantificadas fueron rendimiento de fruto rojo seco grande y mediano en tres cosechas. Otro tipo de muestreo se realizó para rendimiento, donde se tomaron seis plantas por parcela.

Los datos de planta fueron concentrados y codificados y analizados por medio del paquete estadístico Stadistic Analisis Sistem (SAS), en base al modelo de bloques al azar, las medias de tratamiento se sometieron a la prueba de rango múltiple de Diferencia Mínima Significativa (DMS), para diferenciar y agrupar medias de tratamiento con una probabilidad de 5%.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en esta investigación se indican en seguida; La respuesta en primer muestreo en cuanto a rendimiento de fruto seco rojo con clasificación grande, muestra una media general de 650 kg/ha, observándose una variación entre 268 y 1,235 kg/ha, donde destaca con mayor rendimiento la población Rodeo-12, la cual resultó estadísticamente igual a las poblaciones CB-6, H-25D y Nazas- 05, con rendimientos entre 836 y 1,014 kg/ha, en tanto que la que obtuvo el menor rendimiento fue Pro-1, cabe indicar que el testigo alcanzó una producción de 725 kg/ha. (Cuadro 1). Dentro de la categoría de fruto mediano las poblaciones de chile evaluadas, indican una variación de 231 a 1,235 kg/ha de fruto rojo seco, y donde sobresalió CB – 6 y fue estadísticamente igual al 5% de probabilidad a tres de las poblaciones en estudio, las cuales obtuvieron rendimientos de fruto entre 781 y 1,235 kg/ha de fruto seco de buena calidad comercial; cabe indicar que el genotipo de menor rendimiento fue Pro – 1. Cuadro1

Al realizar un segundo muestreo de fruto, se obtuvo que las poblaciones rindieron en promedio 280 kg/ha de fruto seco grande, observándose una variación entre 104 y 726 kg/ha, donde destacó la población CB – 6 con una producción de 726 kg/ha y fue estadísticamente diferente al resto de los materiales evaluados, aquí se observa que el testigo Poanas obtuvo una producción de 268 kg/ha. (Cuadro 1). Hernández, 1982. Indica que la mayoría de las plantas incrementan su rendimiento al incrementar su densidad hasta alcanzar un máximo y entonces

muestran una declinación a mayores densidades; también al rebasar el nivel de fertilidad del suelo y requerimientos de luz y agua.

Cuadro 1. Promedios de producción de fruto rojo seco en tres muestreos, de diez poblaciones de chile (Capsicum annuum L.) tipo mirasol evaluadas en comparación con un testigo de prueba, en la región lagunera. UAAAN – UL 2012

Poblaciones	Rend Grande kg/ha	Rend Mediano kg/ha	Rend Grande kg/ha	Rend Mediano kg/ha	Rend Grande kg/ha	Rend Mediano kg/ha	Rend total kg/ha
CB – 3	422 cde	408 cde	174 bcd	181 bc	296 bcd	456 abc	892
CB – 6	870 abcd	1,235 a	726 a	401 a	651 a	501 abc	2,547
Gen – 4	670 bcde	618 bcde	275 bcd	282 abc	511 abc	422 abcd	1,456
H – 25D	1,014 ab	781 abcd	448 b	246 abc	489 abcd	633 ab	1,951
Nazas – 05	836 abc	812 abc	236 bcd	455 a	541 abc	675 a	1,713
Poanas (t)	725 bcde	694 bcd	268 bcd	355 ab	269 bcd	232 cde	1,262
Pro – 1	268 e	231 e	104 d	107 c	205 cd	125 e	577
Rodeo – 12	1,235 a	1,014 ab	410 bc	409 a	189 cd	294 cde	1,834
Sel – 11	343 de	298 de	133 d	133 c	154 d	154 de	630
Sel – 16	392 cde	351 cde	159 bcd	179 bc	260 bcd	378 bcde	811
Sel – 32	375 cde	312 cde	148 cd	145 bc	340 abcd	366 bcde	863
M.G.	650	614	280	263	355	385	1,321
C.V. (%)	44	44	57	48	53	43	

DMS. Tratamientos agrupados con la misma letra son estadísticamente igual al 5% de probabilidad.

La respuesta en rendimiento de fruto mediano, en un segundo muestreo fue que las poblaciones de chile en promedio obtuvieron una producción de 263 kg/ha de fruto rojo seco, de

buena calidad comercial; observándose que el mejor genotipo fue Nazas – 05 con 455 kg/ha de fruto, mismo que fue estadísticamente igual a CB – 6, Gen – 4, H – 25D y Poanas (t), en tanto que el genotipo con menor producción fue Pro – 1 con 107 kg/ha de chile seco rojo. Cuadro 1

En rendimiento de fruto seco grande en un tercer muestreo, se observó que las poblaciones sobresalientes fueron CB – 6, Nazas – 05, Gen – 4, H – 25 y Sel – 32, con rendimientos de 340 a 651 kg/ha, las que resultaron estadísticamente igual al 5% de probabilidad; es importante indicar que en promedio los materiales evaluados rindieron 355 kg/ha de fruto rojo seco de buena calidad comercial, en cuanto al testigo se indica que obtuvo un rendimiento de 269 kg/ha. (Cuadro 1). Al realizar un tercer muestreo, para evaluar fruto mediano se observó una media general de 385 kg/ha de fruto seco, con variación de 125 a 675 kg/ha, donde destacó la población Nazas – 05, con una producción de 675 kg/ha de fruto rojo seco de calidad comercial, indicándose que fue estadísticamente igual a H – 25D, CB – 6, CB – 3 y Gen – 4, con rendimiento de fruto rojo seco de 422 a 633 kg/ha. En producción total la mejor población fue CB – 6, con 2,547 kg/ha, seguida por Nazas – 05, Rodeo – 12 y H – 25D. Cuadro 1

Los coeficientes de variación indican relativamente alta variabilidad entre las poblaciones y probablemente las falta de mayor número de repeticiones. Cuadro 1

CONCLUSIONES

Las poblaciones que mostraron mayor capacidad de producción de fruto rojo seco y por tanto mejor adaptación fueron CB – 6, H – 25D, Rodeo – 12, Nazas – 05, Poanas (t) y CB – 3.

La producción de fruto rojo seco de mejor calidad la obtuvo la población CB – 6, con mayor rendimiento en primer, segundo y tercer muestreo.

Con producción de fruto rojo seco de calidad media, destacaron las poblaciones CB – 6, Nazas – 05 y Rodeo – 12.

BIBLIOGRAFÍA

Carrillo, A. J., Chávez, F. y Vega, A. 2007. Selección de chile en Nazas, Durango. Memoria de la XIX Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED

Carrillo, A.J., A. Vega, P. y F. Chávez, G. 2007. Memorias de Día Demostrativo de Chile en Nazas, Durango. INIFAP.

Crespo C., 2011. Comportamiento agronómico en rendimiento y calidad de fruto en seco de doce poblaciones avanzadas de chile (capsicum annuum L.) tipo mirasol. Tesis licenciatura.

Chew, Y., Vega, A., Palomo, M. y Jiménez, F. 2007. Principales enfermedades en el cultivo de chile (capsicum annuum L.) en la región lagunera. Memoria de la XIX Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED.

FAOSTAT. 2007. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (en línea). Consultado: 09 oct. 2009. Disponible en: http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx

Galindo, G. 2007. El servicio de asistencia técnica de los productores de chile seco en Zacatecas. Revista científica de América Latina y el Caribe, España y Portugal, 14, 137-165.

Gutiérrez del Río, E., Espinoza, A., Palomo, A., Lozano, J y Antuna, O. 2004. Aptitud combinatoria de híbridos de maíz para la comarca lagunera. Revista Fitotecnia Mexicana 27:7-11.

Hernández A, R. 1982. Influencia de la densidad de población sobre el rendimiento y la calidad del chile ancho (Capsicum annuum L.). Facultad de Agronomía. UANL. Tesis Profesional.

Hernández, M. A. 2003. Estimación de heredabilidad de algunos caracteres agronómicos y fisiotécnicos en chile chilaca (Capsicum annuum L.). Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales. UACH.

Licona, J. 2006. A*grobiotecnología.* Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalgense.

Lucas, G. 2011. Fertilización fosfatada en chile guajillo *(capsicum annuum L.)* y su interacción con hongos micorrizicos arbusculares*.* Institución de Enzeñanzas e Investigación en Ciencias Agrícolas.

Moreno, M., A. Peña, J. Sahagún, J.E. Pérez y R. Mora. 2006. Varianza aditiva, heredabilidad y correlaciones en la variedad MI – Fitotecnia de tomate de cascara (Physales ixorcarpa Brot). Revista Fitotecnia Mexicana. 25:231-233

Morales, C. N. y A. González. 2005. Competitividad de la paprika peruana y el chile guajillo zacatecano. Serie de Estudios económicos de cadenas productivas. Sistema – Producto Chile No. 1 Secretaria de Desarrollo Agropecuario – Universidad Autonoma Chapingo. Zacatecas, México. Pp: 65-74.

Reyes, R. E., Salinas H., Bravo, A. y Padilla L. 2001. Tecnologia de producción de chile seco en el estado de Zacatecas, México. Terra Latinoamericana 19:83-88

Serna, A. Z. 2012. Renimiento, calidad de fruto y eficiencia del uso del agua en chile "mirasol" bajo riego deficitario. Revista Fitotecnia Mexicana*.* 35:125-127

ÁCIDO SALICÍLICO EN LA BIOMASA Y CONTENIDO NUTRIMENTAL DE PLANTAS DE CHILE JALAPEÑO CV. CHICHIMECA

[*1]Ricardo Barrera Tovar, [1]Gerardo García Espino [2]Esteban Sánchez Chávez y [1]Juan Guillermo Martínez Rodríguez

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental La Laguna. Blvd. José Santos Valdez No. 1200, Matamoros Coahuila (México).
[2]Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, AC. Unidad Delicias Av. 4ta. Sur 3820, Fracc. Vencedores del Desierto. Cd. Delicias, Chihuahua, México. CP. 33089.
*barrera.ricardo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El cultivo de chile es de los principales a nivel mundial con una producción de más de 34 millones de toneladas (FAOSTAT, 2013), debido a la gran diversidad de usos, los cuales pueden ser: alimenticios, medicinales, industriales y ornamentales. El cultivo de chile verde en México es de suma importancia y su crecimiento es acelerado, actualmente se siembran más de 149 mil hectáreas que producen alrededor de 2.8 millones de toneladas con un valor estimado de 18 millones de pesos (SIAP-SAGARPA, 2014). Sin embargo, en los últimos años el incremento en la producción ha sido muy discreta, por lo que en la actualidad se están llevando a cabo numerosas investigaciones para tratar de aumentar la producción de esta hortaliza.

El ácido salicílico (AS) podría ser una opción para incrementar la producción del chile jalapeño, ya que además de favorecer el crecimiento vegetal, está involucrado en diversos procesos fisiológicos tales como termogénesis, resistencia a patógenos, inducción a la floración, el crecimiento de raíces y absorción de nutrimentos (Hayat *et al.* 2007, Larqué-Saavedra y Martín-Mex 2007). No obstante, también existen reportes sobre el efecto inhibidor del AS en el crecimiento de raíces como una respuesta alelopática (Shettel y Balke, 1983). Entre los efectos benéficos del AS se tienen los reportados por Villanueva *et al.* (2009) en crisantemos (*Chrysantemum morifolium*) en donde se favoreció el crecimiento de la planta en diámetro y altura; Gómez y Cepeda (2010) reportaron los beneficios del AS en canola al reducirse las necesidades de riego además de aumentar el número de silicuas y de granos.

Por otra parte, Gallego *et al.* (2011) mencionan que los niveles de AS son inversamente proporcionales a los niveles de lignina y al crecimiento en algunas plantas, señalando que el AS es un componente central en el crecimiento al reducir la formación de carbohidratos en la membrana celular. Por lo anterior en la presente investigación se tuvo como objetivo evaluar el efecto del ácido salicílico en la acumulación de biomasa total y contenido nutrimental del chile jalapeño cv. Chichimeca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Semillas de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) cv. Chichimeca fueron germinadas en charolas con cavidades de 3 x 3 x 10 cm rellenas con mezcla de peat-mos y vermiculita, y crecidas bajo condiciones de invernadero por un periodo de ocho semanas. El 15 de abril las plántulas fueron trasplantadas a una cámara de cultivo bajo condiciones controladas, donde se utilizó como sustrato vermiculita a un volumen de 3,801 cm^3 y donde permanecieron hasta la conclusión del cultivo (finales de septiembre). El diseño experimental utilizado fue un completamente al azar con siete tratamientos de AS, correspondiendo a: 0.025, 0.05, 0.1, 0.2, 0.4, 0.8 y 1.6 mM más un control (sin aplicación de AS). Cada tratamiento fue repetido seis veces en macetas individuales.

Las plantas tratadas recibieron en cada riego, macro y micronutrientes en las siguientes formas y dosis: 2 mM de KNO_3, 4 mM de $Ca_2NO_3 \cdot 4H_2O$, 3 mM de K_2SO_4, 2 mM de $CaCl_2 \cdot 2H_2O$, 2 mM de $PO_4H_2Na \cdot 2H_2O$, 1.5 mM de $MgSO_4$, 5 µM de Fe-EDDHA, 2 µM de $MnSO_4 \cdot H_2O$, 1 µM de $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, 0.25 µM de $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, 0.1 µM de $(NH_4)_6Mo_7O_2 \cdot 4H_2O$ y 5 µM de H_3BO_3. El pH de la solución nutritiva se mantuvo en 6.0 ± 0.1. Se evaluaron las siguientes variables: biomasa total (raíz, tallo, hojas y frutos) con el uso de una estufa de secado (Shell) a una temperatura de 70/80 ^oC y hasta su total desecación (16/24 h), nitrógeno (micro-kjeldahl), cobre, hierro, manganeso y zinc (mezcla digestora y espectrofotometría de absorción atómica), calcio, potasio, magnesio (mezcla digestora y absorción atómica), fósforo (mezcla triácida y metavanadato molibdato de amonio y colorimetría).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Todos los datos fueron sometidos a un análisis de varianza. Para la diferencia entre las medias de los tratamientos se utilizó la prueba LSD a 95 % (SAS, 1987). Los datos son medias (n=6), y los niveles de significancia están representados por * a $P \leq 0.05$, ** a $P \leq 0.01$, *** a $P \leq 0.001$ y NS: no significativo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Biomasa total

La biomasa es un parámetro agronómico que caracteriza la capacidad de las plantas para acumular materia seca (Brown, 1997; Eamus *et al.,* 2000). En el presente estudio, las dosis 0.1 y 0.2 mM de AS presentaron la máxima producción de biomasa total, con incrementos de 23 y 30% respectivamente, en relación al tratamiento de 1.6 mM de AS donde se presentó el valor

más bajo. En relación al control las dosis 0.1 y 0.2 mM de AS tuvieron un incremento de 15 y 22% respectivamente (Figura 1). Actualmente, se ha estudiado el efecto del AS como un biorregulador del crecimiento vegetal (Larqué-Saavedra *et al*., 2007). El efecto del AS en la altura de plántulas ha sido observado en tomate en el cual se incrementó el 14.8% con aplicaciones de 10^{-6} M de AS (Larqué-Saavedra *et al.,* 2010). Los efectos AS se han reflejado también en un aumento en la producción de biomasa en soya y pino (San Miguel *et al*., 2003) y en la altura en soya (Zhao *et al*., 1995). Además se ha observado que la aplicación de AS al follaje de plantas de mostaza (*Brassica juncea* cv. Varuna), en concentraciones de 10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}, 10^{-4} y 10^{-5} M de AS incrementaron el peso seco en 8.4, 9.8, 9.3, 13.0 y del 18.5%, con respecto al control (Fariduddin *et al*., 2006). De acuerdo a Salisbury y Ross (1994) las modificaciones obtenidas en el crecimiento se deben a que el AS fomenta la producción de ácido indolacético y de ácido naftalenacético que son reportados como los principales reguladores de crecimiento vegetal.

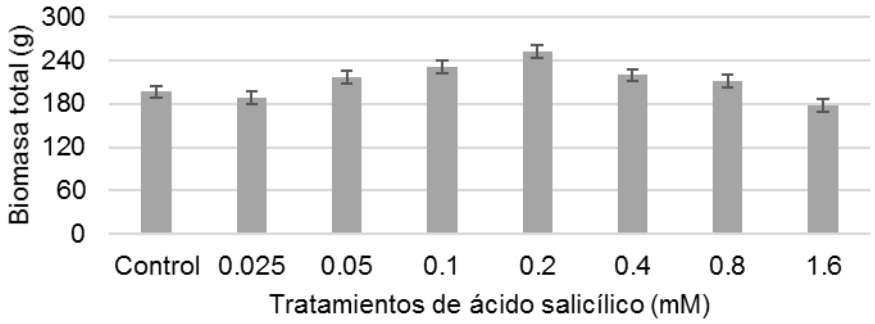


Figura 1. Efecto del AS sobre la biomasa total en chile jalapeño.

Contenido nutrimental

Los resultados del contenido de nutrimentos en las plantas de la presente investigación mostraron diferencias significativas (**) en todos los minerales estudiados (N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Zn y Mn). Con la dosis 0.1 mM de AS se registraron los mayores contenidos de nutrimentos en hoja (Figura 2) con excepción de K, Fe y Zn (Figura 3), los cuales fueron similares a la dosis 0.05 mM de AS; con estos resultados se destaca el efecto de la fertilización y la combinación de esta con el ácido salicílico en la nutrición de las plantas.

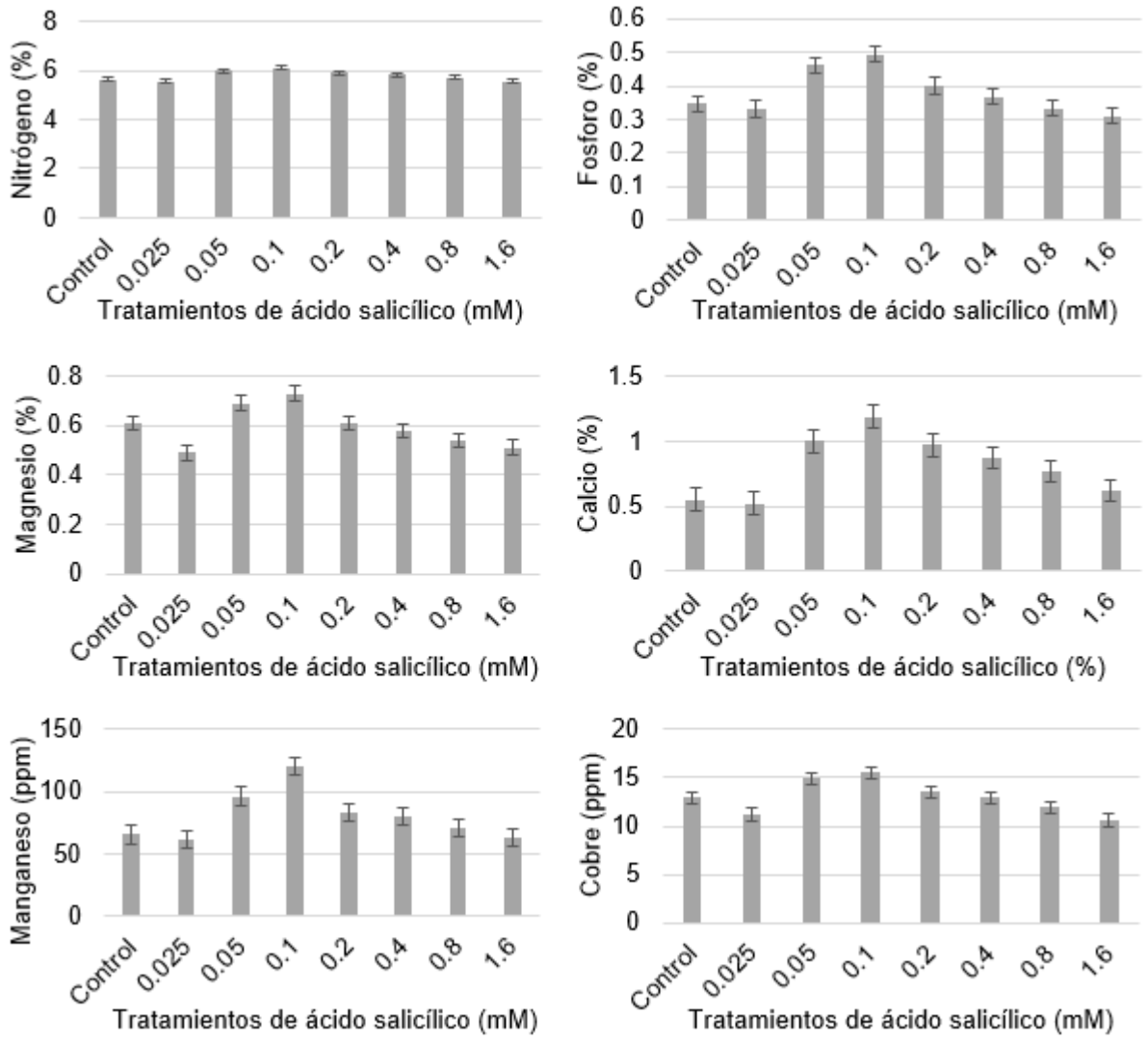


Figura 2. Efecto del AS sobre el contenido nutrimental en chile jalapeño.

Cada especie tiene requerimientos particulares de nutrimentos que permiten un crecimiento y un vigor óptimo (Timmer y Armstrong, 1987); estos requerimientos no son constantes y cambian según las plantas y el medio donde crecen y se desarrollan. Por ejemplo, en la producción de plántulas de chile jalapeño, Preciado *et al*. (2007) reportaron contenidos entre 12.6 y 28.7 mg por planta de N; entre 0.93 y 1.11 de P y entre 9.9 y 14 mg de K; los resultados de nuestra investigación en plantas de chile jalapeño cv. Chichimeca son superiores a los reportados por el autor y colaboradores antes mencionados para plántulas de chile jalapeño. Estas diferencias podrían atribuirse al cv., edad de la planta al momento del análisis nutrimental y producción de biomasa. En trabajos anteriores realizados en plántulas de melón donde se evaluó el efecto de la aplicación de diferentes soluciones nutritivas, se observó un mayor crecimiento y

acumulación de nutrimentos en las plántulas al igual que en este trabajo (Preciado *et al.,* 2002). En general, la práctica de aplicar soluciones nutritivas en la producción de plántulas constituye una alternativa para obtener estas de buena calidad. En chile jalapeño cv. Chichimeca se observó que la fertilización química con la dosis de 0.1 mM de AS aumentó el contenido de la mayoría de minerales analizados en estas plantas, sin embargo ocurrió lo contrario con algunos nutrimentos como K, Fe y Zn, que fueron afectados negativamente por la aplicación de AS.

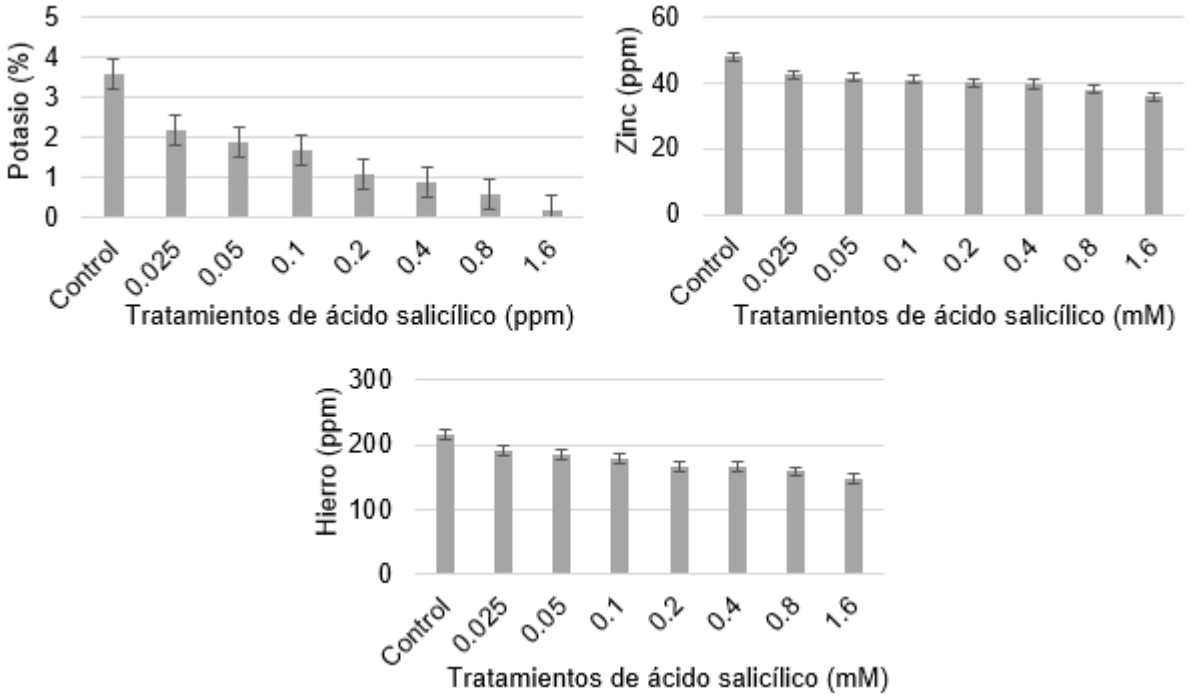


Figura 3. Efecto del AS sobre el contenido nutrimental en chile jalapeño.

CONCLUSIONES

En la presente investigación se encontró que la dosis 0.2 mM de AS se caracterizó por incrementar la biomasa total, por lo que se considera que esta dosis desempeña el papel de biorregulador del crecimiento de plantas de chile jalapeño cv. Chichimeca.

En relación al análisis nutrimental, la dosis 0.1 mM de AS fue la que más incrementó el contenido de la mayoría de nutrimentos analizados (N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Zn y Mn).

En la dosis de 0.2 mM se observó que al haber una mayor producción de biomasa total se presenta un menor contenido se nutrimentos, debido probablemente al efecto de dilución.

Derivado de esta investigación también se indica que todos los tratamientos de AS aplicados generaron efectos negativos en el contenido de K, Fe y Zn.

BIBLIOGRAFÍA

Eamus D., Guinness K. and Burrows W. 2000. Review of allometric relationships for estimating woody biomasa for Queensland, the northern territory and Western Australia. National Carbon accounting system. 56 p. (Technical report N° 5).

FARIDUDDIN, Q.; HAYAT, S.; AHMAD, A. 2006. Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity, and seed yield in Brassica juncea. Phtosynthetica 41: 281-284.

Gallego, GL; Escamilla, TL; Jackson, LA; Dixon, RA. 2011. Salicylic acid mediates the reduced growth of lignin down-regulated plants. Plant Biology 108(51):20814- 20819.

Gómez, LBL; Cepeda, VMA. 2010. Ácido salicílico: inductor de resistencia a sequía en canola de riego bajo labranza reducida. Folleto técnico No. 2 SAGARPA. INIFAP-CIRPAC. Uruapan, Mich., México. 48 p.

Hayat, S; Ali, B; Ahmad, A. 2007. Salicylic acid: Biosynthesis, metabolism and physiological role in plants p. 1-11. *In* Hayat, S; Ahmad, A. eds. Salicylic acid a plant hormone. Springer. Dordrecht, The Netherlands. 401 p.

Larqué-Saavedra, A; Martín-Mex, R. 2007. Effects of salicylic acid on the bioproductivity of plants p. 15-24. *In* Hayat, S; Ahmad, A. eds. Salicylic acid a plant hormone. Springer. Dordrecht, The Netherlands. 401 p.

Larqué-Saavedra, A; Martín-Mex, R; Nexticapan-Garcéz, A; Vergara-Yoisura, S; Gutiérrez-Rendón, M. 2010. Efecto del ácido salicílico en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Revista Chapingo Serie Horticultura 16(3):183-187.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Dirección de Estadística (STAT). 2013. http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/S. Consultada el 10 de Julio del 2015.

Preciado, RP; Baca, GA; Tirado, JL; Kohashi-Shibata, J; Tijerina, L; Martínez, A. 2002. Nitrógeno y potasio en la producción de plántulas de melón. Terra 20:267-276.

Preciado, RP; Lara-Herrera, A; Segura, CMA; Rueda, PEO; Orozco, VJA; Yescas, CP; Montemayor, TJA. 2007. Amonio y fosfato en el crecimiento de plántulas de chile jalapeño. Terra Latinoamericana 26:37-42.

San Miguel, R; Gutiérrez, M; Larqué-Saavedra, A. 2003. Salicylic acid increases the biomass accumulation of *Pinus patula*. Southern. Journal of Applied Forestry 27:52-54.

Secretaria de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2014 http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/. Consultada el 10 de julio del 2015.

Villanueva-Couoh, E; Alcántar-González, G; Sánchez-García, P; Soria-Fregoso, M; Larque-Saavedra, A. 2009. Efecto del ácido salicílico y dimetilsulfóxido en la floración de [*Chrysanthemum morifolium* (Ramat) Kitamura] en Yucatán. Revista Chapingo Serie Horticultura 15(2):25-31.

SELENITO Y SELENATO DE SODIO EN LA BIOMASA Y CONTENIDO NUTRIMENTAL DEL CULTIVO DE FRIJOL

[*1]Ricardo Barrera Tovar, [1]Gerardo García Espino, [2]Esteban Sánchez Chávez y [1]Juan Guillermo Martínez Rodríguez

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental La Laguna. Blvd. José Santos Valdez No. 1200, Matamoros Coahuila (México).
[2]Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, AC. Unidad Delicias Av. 4ta. Sur 3820, Fracc. Vencedores del Desierto. Cd. Delicias, Chihuahua, México. CP. 33089.
*barrera.ricardo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es la fuente principal de proteína vegetal para la población mexicana, ocupa el segundo lugar nacional después del maíz, por la cantidad de hectáreas (1, 831,309 anualmente) dedicadas a su siembra y por el volumen de su consumo (11 kg percapita por año). Esta leguminosa representa una parte integral de la dieta proteica para 50 % de la población mundial (Deshpande *et al*., 1984), y es producido en grandes cantidades en el sur, centro y norte de América, y el este de África (Singh, 1999). En México la producción de frijol no es suficiente para alimentar a más de 121 millones de habitantes que lo conforman, por lo que se tiene que recurrir a grandes volúmenes de importación (SIAP-SAGAPA, 2014). Uno de los factores limitantes para incrementar la productividad del frijol es la nutrición vegetal, especialmente el relacionado con la fertilización nitrogenada. El selenio es un microelemento considerado necesario para las plantas (Cyrus *et al*., 1990), pero actualmente se tiene escasa información de su relación con la asimilación de nitrógeno. Es un elemento químicamente similar al azufre, principalmente por sus estados comunes de oxidación (-2, 0, 2+, 4+ y 6+), por lo que las plantas fácilmente lo absorben y metabolizan a través de sus transportadores y vías, es absorbido por la raíz a través de los transportadores de sulfato de alta afinidad, posteriormente se desplaza sin modificación química a través del xilema hasta las hojas (Li *et al*., 2008). Se tiene que dosis bajas de selenio en las plantas inducen la asimilación del azufre (Mikkelsen y Lyons, 2005), mientras que el incremento del azufre estimula la asimilación del nitrógeno (Leustek y Saito, 2000). Por lo tanto el objetivo de esta investigación fue el estudio del efecto de la aplicación de dosis de selenio sobre la biomasa y el contenido nutrimental foliar del cultivo de frijol.

MATERIALES Y MÉTODOS

Semillas de frijol ejotero cv. Strike fueron germinadas en charolas rellenas con peat-mos y vermiculita, dentro de una cámara de cultivo a 28 ºC y donde permanecieron por diez días. Posteriormente las plántulas fueron trasplantadas y cultivadas bajo condiciones ambientales controladas: humedad relativa de 80%, temperatura 28/22 ºC (día/noche), fotoperiodo de 16/8 h (día/noche) e intensidad luminosa de 350 µmol m^{-2} s^{-1}; crecieron en macetas individuales de ocho litros, rellenas solo con vermiculita. Durante diez días a partir del trasplante y antes de la aplicación de los tratamientos experimentales, las plantas recibieron una solución nutritiva completa de Hoagland adecuada por Sánchez *et al*. (2004). Diez días después del trasplante y hasta la madurez fisiológica se aplicaron los siguientes tratamientos de Selenio (Na_2SeO_3 y Na_2SeO_4): 1: 0, 2: 10, 3: 20, 4: 40, 5: 80 y 6: 160 µmol. El diseño experimental consistió en la distribución al azar de los distintos tratamientos y de sus repeticiones. Cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones en macetas individuales. Se evaluaron las siguientes variables: *Concentración de Clorofila*: El método utilizado para la determinación de la concentración de clorofila, se basó en la utilización de un agente químico que extrae los distintos pigmentos foliares y fue descrito por Wellburn (1994). *Determinación de la biomasa*: Para determinar la producción de biomasa de los diferentes órganos de la planta (raíz, tallo, pecíolo, vaina, semilla y hoja) se introdujeron a una estufa de secado (Shell) a temperatura de 75 ºC y hasta su total desecación (24 h). *Nitrógeno*: (Micro-kjeldahl); *Fósforo*: (mezcla triácida, metavanadato molibdato de amonio y colorimetría) y *Potasio*: (mezcla digestora y absorción atómica).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO: Todos los datos fueron sometidos a un análisis de varianza. Para la diferencia entre las medias de los tratamientos se utilizó la prueba LSD a 95 % (SAS, 1987).
Los datos son medias (n=4), y los niveles de significancia están representados por * a $P \leq 0.05$, ** a $P \leq 0.01$, *** a $P \leq 0.001$ y NS: no significativo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La clorofila es un bioindicador del estado nutrimental de las plantas (Collins, 1978). En la presente investigación, la aplicación de selenio genero diferencia significativa (**) en la concentración de clorofila, tanto con la aplicación de selenito de sodio como en la aplicación de selenato de sodio. La aplicación de selenito de sodio en dosis de 10 µmol presentó la mayor concentración de clorofila con un incremento del 25.45 % en relación a la dosis de 160 µmol que obtuvo la concentración más baja, es importante mencionar que la dosis 10 µmol de selenito de sodio tuvo un incremento de 35.02 % con respecto al control (Figura 1). La aplicación de selenato de sodio con dosis de 10 µmol incrementó la concentración de clorofila

en un 42.61 % en relación a la dosis 160 µmol donde se obtuvo la menor concentración. Así mismo la dosis 10 µmol de selenato de sodio fue 36.49 % mayor que el control (Figura 1). Nuestros resultados coinciden con los encontrados por investigadores como Yao *et al*. (2009), que indican que diferentes dosis de selenito y selenato incrementan el contenido de clorofila en maíz. Por el contrario Padmaja *et al*. (2001), encuentran que la aplicación de selenio disminuye los niveles de clorofila en plantas de frijol mungo. El incremento de la clorofila con la dosis de selenio 10 µmol podría deberse a que el selenio induce la asimilación del azufre (Lyons *et al*., 2005), mientras que el incremento del azufre estimula la asimilación del nitrógeno para mantener la relación 20:1 entre los compuestos orgánicos nitrogenados y azufrados (Leustek *et al*., 2000).

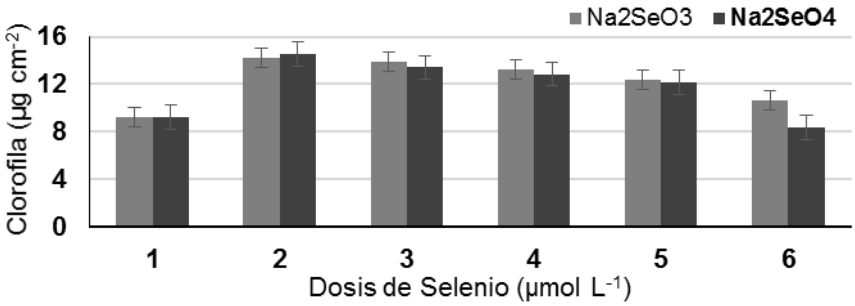


Figura 1. Concentración de Clorofila por efecto de la aplicación de Selenio.

La biomasa es un parámetro agronómico que caracteriza la capacidad de las plantas para acumular materia seca (Brown, 1997; Eamus *et al.,* 2000) y está compuesta por el peso de la materia seca aérea y subterránea que existe en una planta (Schlegel *et al*., 2000). En esta investigación, se encontró diferencia significativa (*) en el contenido de biomasa total por efecto de la aplicación de selenio tanto en forma de selenito como de selenato de sodio. La dosis con 10 µmol de selenito de sodio incrementó la producción de biomasa total en un 26.08 % con relación a la dosis 160 µmol que fue la que obtuvo menor acumulación de biomasa total (Figura 2). La dosis de 10 µmol de selenito de sodio también fue 5.21 % superior al control (Figura 2). Cuando se aplicó selenato de sodio la acumulación de biomasa total más alta se encontró en la dosis 10 µmol con un incremento de 33.05 % con relación a la dosis 160 µmol donde se registró la acumulación más baja. La acumulación de biomasa total en la dosis 10 µmol también fue 6.61 % superior al control (Figura 2).

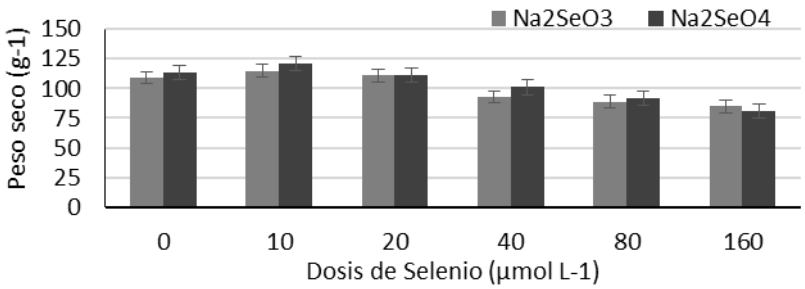


Figura 2. Contenido de Biomasa total por efecto de la aplicación de Selenio.

De igual forma, Benavides *et al*. (2010), encontraron que la aplicación de selenio en suelo y turba canadiense incrementó la biomasa de plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Por el contrario investigadores como Claire *et al*. (1990) encontraron que la aplicación de selenio en forma de selenato redujo el contenido de biomasa en plantas de sorgo. Se considera que las dosis mayores a 10 µmol que se caracterizaron por reducir la biomasa total fue debido a que elevadas dosis de selenio generan un incremento de la selenocisteína, la cual es una enzima que interviene en la formación de proteínas, las cuales se ven alteradas en su configuración perdiendo funcionalidad, derivando en una fitotoxicidad (Anderson, 1993).

Los macronutrientes Nitrógeno, Fosforo y Potasio, están íntimamente involucrados en el metabolismo y crecimiento de las plantas, donde participan de manera conjunta en sus procesos bioquímicos (Ruiz y Romero, 2002). En la presente investigación se observa diferencia estadística (**) en el contenido de nitrógeno por efecto de la aplicación de selenio, encontrándose que la aplicación de selenito de sodio en dosis de 20 µmol afecto positivamente la concentración de nitrógeno incrementándolo 33.15 % con relación a la dosis de 160 µmol donde se encontró la concentración más baja. En relación al control la dosis 20 µmol también fue superior en más del 13 % (Figura 3). Cuando se aplicó selenato de sodio la dosis que más incrementó la concentración de nitrógeno fue la de 40 µmol, reportando 32.26 % más en relación a la dosis de 160 µmol donde se encontró la menor concentración. La dosis de 40 µmol también fue superior al control con un incremento de más del 11 % (Figura 3). Investigadores han encontrado que el selenio influye en la asimilación del azufre (Mikkelsen *et al*., 1989; Lyons *et al*., 2005), y que posteriormente este estimula la asimilación del nitrógeno (Leustek *et al*., 2000). Finalmente indicar que el selenio como selenito de sodio impacta en el contenido de nitrógeno con una menor dosis que el selanato de sodio según resultados de este estudio. Los resultados de nuestra investigación difieren de los encontrados por investigadores como Ríos (2008) quien encontró en plantas de lechuga que la aplicación de selenio reduce la concentración de nitrógeno.

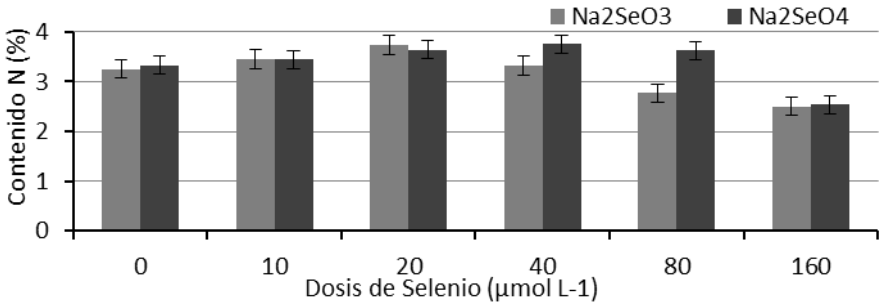


Figura 3. Contenido de Nitrógeno por efecto de la aplicación de selenio.

La concentración de fosforo también fue afectada por la aplicación de selenio, encontrándose diferencia estadística (*) por efecto de la aplicación tanto de selenito como de selenato de sodio, la dosis 80 µmol de selenito de sodio fue la que obtuvo mayor contenido de fosforo, su incremento sobre la dosis de 160 µmol que fue la que obtuvo el contenido de fosforo más bajo fue de 24 %, pero la dosis de 80 µmol incremento el contenido de fosforo en 44 % con relación al control (Figura 4). Cuando se aplicó selenato de sodio, la dosis de 80 µmol incremento la concentración de fosforo en más de 17.39 % en relación a la dosis de 160 µmol, la cual obtuvo la concentración más baja, en relación al control la dosis 80 µmol también fue superior con un incremento de 39.13 % (Figura 4).

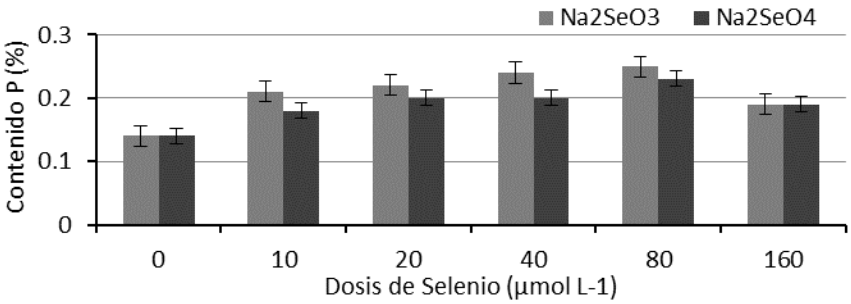


Figura 4. Contenido de Fosforo por efecto de la aplicación de selenio.

Nuestros resultados coinciden con los de Singh y Singh (1979) quienes al aplicar selenio en plantas de *Vigna sinensis* encuentran que la concentración de fosforo se incrementa. Por el contrario Hooper y Parker (1999) y Feng *et al*. (2009) encuentran una relación antagónica entre la aplicación de selenio y la concentración de fosforo. La aplicación de selenio incremento el contenido de fosforo en la parte foliar del frijol ejotero cv. Strike, manteniéndolo dentro del rango de suficiencia (0.2-0.5 %), mientras que el tratamiento control permaneció fuera del rango de suficiencia de fosforo para las plantas.

La aplicación de selenio afecto negativamente el contenido de potasio (aunque estadísticamente no se encontró diferencia (NS)), esto se indica debido a que cuando se aplicó selenio en forma de selenito de sodio se observó que con la dosis 160 µmol el contenido de potasio tuvo un decremento del 9.85 % con relación a la dosis 10 µmol que fue el tratamiento que menos redujo su contenido. En relación al control la dosis 10 µmol de selenito de sodio redujo 1.45 % el contenido de potasio.

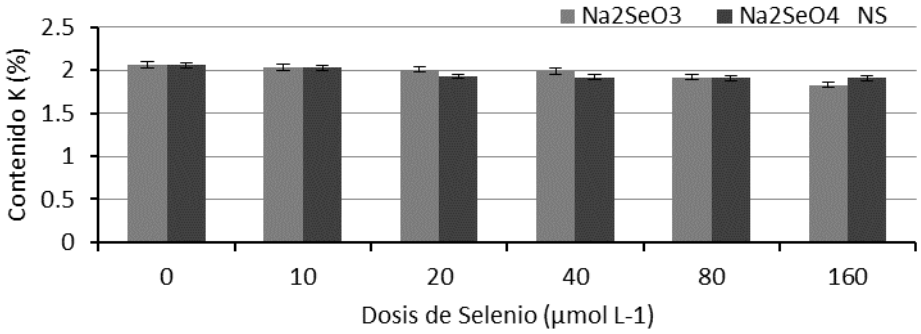


Figura 5. Contenido de Potasio por efecto de la aplicación de selenio.

Sin embargo cuando se aplicó selenato de sodio la dosis de 160 µmol redujo 5.91 % el contenido de potasio con respecto al tratamiento 10 µmol que fue el que menos redujo su contenido, en relación al control la dosis de 10 µmol lo redujo 1.45 % (Cuadro 1). Por el contrario investigadores como Singh y singh (1979); Wu y Huang (1999) y Ríos *et al*., (2008), no encuentran diferencias en la concentración de potasio por efecto de la aplicación de selenio.

CONCLUSIONES

El selenio indujo el incremento del contenido de clorofila principalmente en su forma de selenato de sodio y con la dosis 10 µmol. El selenio influyó en la acumulación de biomasa total tanto en su forma de selenito como de selenato de sodio marcando una diferencia al aplicar selenato de sodio con la dosis 10 µmol. El nitrógeno fue afectado positivamente por efecto de la aplicación de selenio principalmente en su forma de selenito. El selenio influyo de manera muy marcada en el contenido de fosforo con la dosis 80 µmol de selenito de sodio. El contenido de potasio fue afectado negativamente por efecto de la aplicación de selenio, aunque este efecto no fue estadísticamente diferente.

BIBLIOGRAFÍA

Benavides, M. A.; Ramírez, R.; Robledo, V.; Fuentes, L. O. y Sandoval, A. 2010. Elementos traza y calidad nutricional, casos del iodo, zinc y selenio. Revista Agraria -Nueva Época. 19: 23-31.

Feng RW, Wei CY, Tu SX, Wu FC. 2009. Effects of Se on the uptake of essential elements in Pteris vittata L. Plant Soil 325:123-132.

Juan José Ríos Ruiz. 2008. Biofortificación con Se en plantas de lechuga: Estudio de la producción, calidad y estado nutricional. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias. Granada, España.

Li H., McGrath S.P. and Zhao F.J. 2008. Selenium uptake, translocation and speciation in wheat supplied with selenate or selenite. New Phytoloist 178: 92-102

Mikkelsen, D. S. and Lyons, G. 2005. Fertilizer use on rice. *In* Dinauer, R. C., managing aditor. Changing 12 patterns in fertilizer use. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin. Pp. 403-432.

Padmaja K., Prasad D.D.K. and Prasad A.R.K. 2001. Effect of selenium on chlorophyll biosynthesis in mung bean seedlings. Phytochemistry 12, 3321-3324.

Ruiz JM, Romero L. 2002. Relationship between potassium fertilization and nitrate assimilation in leaves and fruits of cucumber (*Cucumis sativus*) plants. Assoc. Appl. Biol. 140:241-249.

Sanchez E. 2006. Caracterización del estado nutricional y fisiológico en plantas de judía (*Phaseolu vulgaris* L. cv. Strike) sometidas a un estrés por nitrógeno. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, España.

Sanchez E., Rivero R.M., Ruiz J.M. and Romero L. 2004. Changes in biomass, enzymatic activity and protein concentration in roots and leaves of green bean plants (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Strike) ander high NH4NO3 application rates. Scientia Horticulturae 99, 237-248.

Yao X., Jianzhou C. and Guangyin W. 2009. Effects of Selenium on Wheat Seedlings Under Drought Stress. Biological Trace Element Research 3, 283-290.

DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE LA DENSIDAD DE PLANTACIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA UVA DE MESA, EN LA VARIEDAD MÁLAGA ROJA (*Vitis vinifera* L.)

Rodolfo Faz Contreras[1], Eduardo Madero Tamargo[2], Moisés Velázquez Velázquez.[3] y Miguel Palomo Rodriguez[1]

[1] INIFAP Campo Experimental de la Laguna Matamoros Coah. E-mail ***faz.rodolfo@inifap.gob.mx***;[2]Maestro Investigador y [3] Tesista de la UAAAN-UL

INTRODUCCIÓN

La vid es el cultivo frutícola de mayor extensión mundial, con unos 7 millones de hectáreas cultivadas en distintos continentes. España es el país con mayor superficie cultivada del mundo y el tercero europeo en producción de uva, detrás de Italia y Francia (Picornell y Melero, 2012). En México el cultivo de la vid data de la época de la conquista; pero no fue hasta la década de los años 70´s cuando el desarrollo de la viticultura tuvo un gran repunte, pasando de 27,000 ha plantadas en 1969 a 70,000 ha en 1999 sin embargo la superficie se redujo a 40,000 has a partir de 1994 y un volumen de producción de 480,000 toneladas. En la Comarca Lagunera, la superficie disminuyó (Siglo de Torreón, 2012) por problemas que se presentaron como la filoxera, nematodos, daños por heladas, cambio en el destino de la producción, etc.

Con el afán de volver a hacer redituable el cultivo de la vid se ha generado información sobre tecnologías que favorezcan el incremento del rendimiento y la calidad de la fruta o al menos que no haya detrimento en la calidad, siendo una tecnología en estudio la densidad de plantación con lo que se espera que al incrementar la densidad de plantación, se espera un incremento en rendimiento y si el viñedo es muy vigoroso se pueda uniformizar la maduración e incrementar la calidad de la fruta (Martínez, 1991). Por lo anterior en el presente trabajo se plantea como objetivo determinar la mejor densidad de población con la que se obtenga un alto rendimiento en uvas de mesa de calidad, con una vida productiva larga.

La Variedad Málaga Roja es una variedad de maduración intermedia, de uva roja, con semillas de excelentes cualidades para el embarque y almacenamiento. Sus racimos

son grandes, de forma irregular y de ralos a bien llenos. Las cepas son productivas cuando se les poda largo (más de 6 yemas) (Weaver, 1985), en quince años de producción su rendimiento medio fue de 13.2 t ha^{-1} sin embargo el rendimiento puede ser inestable, variando entre 7 y 19.2 t ha^{-1} (Anónimo 1988).

Incrementar el número de plantas por unidad de superficie incrementa el área foliar por hectárea, lo que deriva en un aumento de la captación de la radiación y por consiguiente un incremento en la producción, sin embargo, incrementar la densidad de población puede ocasionar que las cepas produzcan menos y por lo tanto den una calidad de fruta superior. Cuando se incrementa la densidad de plantas se logra una mayor cantidad de brotes, por lo tanto más carga frutal y área foliar, ocasionando competencia entre la fruta y brotes, lo que puede ocasionar una maduración desuniforme y una baja calidad de la fruta, además de una lignificación insuficiente y un debilitamiento de la planta. Incremento del ácido málico, potasio y pH de las bayas están asociados al vigor excesivo, al igual que el color y sólidos solubles (°Brix) (Ortega, *et al*, 2006). Incrementar la densidad de plantación, aumenta también la densidad radicular, lo que puede ocasionar una mayor extracción de agua ya que las extremidades radiculares son más numerosas y los recorridos que tiene que hacer el agua en el suelo antes de entrar a la raíz son más cortos (Martínez, 1991).

El número de cepas por hectárea es un parámetro importante en el diseño de una plantación puesto que influye en los costes de la plantación y la rentabilidad de la misma tanto en producción, como en calidades de las uvas (Balsari y Scienza, 2004)

Reyes (1992) describe dos tipos de densidades: Las densidades bajas donde la relación superficie foliar expuesta versus el peso del fruto, disminuye al estar la vegetación distribuida más heterogéneamente, además de que en el desarrollo de la planta es frecuente mayor vigor que actúa contra la calidad, produciendo un retraso en la maduración, esto se debe al equilibrio hormonal. Densidades de plantación altas, existen algunas ventajas; Aumento de la superficie foliar, mayor densidad radicular, equilibrio vegetativo favorable a la calidad, aumento de producción por unidad de superficie y calidad de la uva, mayor captación de energía solar y mejor aprovechamiento del agua.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Para la realización del presente trabajo se utilizó un viñedo establecido en el Campo Experimental de la Laguna (CELALA), perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ubicado en km. 17 carretera a Torreón – Matamoros, en Matamoros, Coahuila, México. El clima de la región es seco y cálido la precipitación media anual es de 240 milímetros anuales, con régimen de lluvias en los meses de junio, julio, agosto y septiembre.

El lote donde se evaluó la variedad Málaga roja (*Vitis vinífera* L.), se plantó en 1999 e injertado en 2002, evaluándose el ciclo 2009. La distancia entre surcos es de 3.00 m. El suelo del viñedo es arenoso, el sistema de riego es por goteo y el sistema de conducción es de pérgolas inclinadas para permitir que haya una amplia distribución del follaje y el libre paso de la maquinaria.

Para el estudio se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con cuatro densidades de plantación y cinco repeticiones, donde cada repetición representó una planta. Distancias entre plantas: 0.7, 1.0, 1.3, y 1.6 m entre plantas correspondiendo a 4,762, 3,333, 2,564 y 2,083 plantas por hectárea respectivamente. Las variables evaluadas fueron: Número de racimos por planta, Producción de uva por planta (kg), Peso promedio del racimo (gr), Producción de uva por unidad de superficie (t ha^{-1}), Volumen de la baya (cc), este se obtuvo mediante una probeta graduada de 1lt., a la cual se le agregaron 200 ml de agua, se le agregaron 10 uvas que fueron tomadas al azar y se tomó lectura de los ml que aumentaron en la probeta, el dato obtenido se dividió entre 1., Sólidos solubles (°Brix), esta variable se determinó tomando 10 bayas de uvas, se maceraron para obtener el jugo, se tomó una muestra y con un refractómetro de mano con escala de 0-32° °Brix, se midió la cantidad de azúcar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo al análisis de varianza con respecto al número de racimos por planta, (Cuadro N° 1), indica que existe diferencia significativa entre densidades de plantación, donde las densidades de 2,083 y 2,564 plantas ha^{-1} produjeron el mayor número de

racimos por planta con 21.8, y 14.1 respectivamente siendo diferentes significativamente a las densidades de 3,333 y 4,762 plantas ha^{-1}, las cuales se comportan estadísticamente iguales con 10.6 y 9.9 racimos respectivamente (Cuadro 1). ARPROVI (2005), menciona que aumentar la densidad de plantación se hace con el objetivo de que las cepas produzcan menos por lo que se comprueba lo dicho anteriormente por este autor ya que las densidades más abiertas (4,762 y 3,333 plantas ha^{-1}), son las que producen memos racimos por planta tienen.

De acuerdo con el análisis de varianza en lo que corresponde a la variable de producción de uva por planta, demuestra que existen diferencias significativas para densidades de plantación, ya que las densidades de 2,564 y 2,083 plantas ha^{-1} sobresalieron con producciones por planta de 4.6 y 6.7 kg. respectivamente, siendo iguales estadísticamente entre sí. A su vez la densidad de 2,564, se comporta estadísticamente igual a las densidades de 3,333 y 4,762 plantas ha^{-1} las cuales obtuvieron menos kg por planta.

Aumentar las densidades de plantación pueden disminuir el rendimiento como consecuencia de una excesiva superficie foliar reduciendo la fotosíntesis (Martínez, 1991), por lo que se acepta lo anterior, ya que la mayor producción se obtuvo en las densidades de plantaciones bajas.

En peso del racimo (gr) no se registraron diferencias significativas entre medias, es decir que el peso de racimo fue igual estadísticamente entre tratamientos, fluctuando los pesos entre 310 a 361 gramos por racimo. Lo mismo ocurrió en la producción de uva por hectárea las medias fueron estadísticamente iguales

Cuadro 1. Efecto de la densidad de plantación sobre el número de racimos por planta, producción por planta, peso de racimo y rendimiento por superficie en la variedad Málaga Roja. 2009.

Plantas ha^{-1}	N° de racimos/planta	Uva/planta (kg)	Peso racimo (gr)	Producción (t ha^{-1})
2,083	21.8 a	6.7 a	307 a	13.95 a
2,564	14.1 a	4.6 ab	326 a	11.79 a
3,333	10.6 b	3.8 b	361 a	12.73 a
4,762	9.9 b	3.1 b	310 a	14.61 a

En el cuadro 2 se presentan valores de volumen de la baya y la acumulación de azucares, el análisis de varianza no mostró diferencia significativa entre medias de tratamiento para ninguna de las dos variables estudiadas, lo que significa que no existió un efecto de los tratamientos estudiados sobre la calidad de la fruta.

Según la Agrupación Riojana para el Progreso de la Viticultura, (ARPROVI) (2005), menciona que un aumento en la densidad de plantación se hace con el objetivo de que las cepas produzcan menos y por lo tanto den una calidad de cosecha superior, sin embargo en el presente estudio no se registraron efectos de las densidades sobre la calidad de la fruta.

Cuadro 2. Efecto de la densidad de plantación sobre el volumen de 10 uvas y la acumulación de sólidos solubles en la variedad Málaga Roja. UAAAN UL. 2009.

Plantas ha^{-1}	Volumen de la baya (cc)	Solidos solubles (°Brix)
2,083	30.2 a	18.9 a
2,564	26.8 a	18.6 a
3,333	30.2 a	19.0 a
4,762	28.0 a	18.9 a

CONCLUSIONES

La mejor densidad de plantación para la producción de uva variedad Málaga Roja fue de 2,083 plantas por hectárea, habiéndose obtenido 21.8 racimos por planta y un rendimiento de 6.7 kg por planta, sin afectar la calidad de la fruta.

BIBLIOGRAFÍA

Agrupación Riojana para el Progreso de la Viticultura, (ARPROVI) 2005. El Control del Vigor y del Rendimiento en el Marco de una Viticultura de Calidad. Jornada Técnica.

Anónimo 1988. Guía Técnica del Viticultor. Publicación Especial N° 25. CAELALA-CIRNOC-INIFAP. Matamoros, Coah.

Balsari P. y Scienza, A. 2004. Formas de Cultivo de la Vid. Editorial Mundi Prensa, Madrid España. pp. 315.

El Siglo de Torreón 2012. Resumen agrícola de la Región Lagunera durante 2011. Periódico Regional El Siglo de Torreón. Primero de Enero de 2012.

Martínez, T. F.1991.Biología de la vid. Fundamentos biológicos de la viticultura. Mundi-prensa. 346.

Ortega, F. S., Salazar, M. R. y Moreno, S. Y. 2006. Efecto de distintos niveles de poda y reposición hídrica sobre el crecimiento vegetativo, rendimiento y composición de bayas en vides. Agricultura técnica. V. 67 n. 4. Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Agrarias, Centro Tecnológico de la Vid. Talca, Chile.

Picornell Buendía, M.R. Y Melero Martínez, J.M., 2012: "Historia de cultivo de la vid y el vino; su expresión en la Biblia", en ENSAYOS, Revista de la Facultad de Educación de Albacete, Nº 27, 2012.

Weaver, J. R. 1985. Cultivo de la Uva. Editorial Continental. S. A. México D. F. pp. 61-64.

EFECTO DEL PORTAINJERTO SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA UVA DE MESA, EN LA VARIEDAD MÁLAGA ROJA (*Vitis vinífera* L.)

Rodolfo Faz Contreras[1], Eduardo Madero Tamargo[2], Moisés Velázquez Velázquez.[3] y Miguel Palomo Rodriguez[1]

[1] *INIFAP Campo Experimental de la Laguna Matamoros Coah. E-mail* faz.rodolfo@inifap.gob.mx;[2]Maestro Investigador y [3] Tesista de la UAAAN-UL

INTRODUCCIÓN

La vid es el cultivo frutícola de mayor extensión mundial, con unos 7 millones de hectáreas cultivadas en distintos continentes. España es el país con mayor superficie cultivada del mundo y el tercero europeo en producción de uva, detrás de Italia y Francia (Anónimo, 2005a). El cultivo de la vid en México data de la época de la conquista; en los años 70´s el desarrollo de la viticultura tuvo un gran repunte, pasando de 27,000 ha plantadas en 1969 a 70,000 ha en 1999, se redujo a 40,000 has a partir de 1994 y un volumen de producción de 480.000 toneladas (Anaya, 1993 y Anónimo, 2001).

La filoxera (*Phylloxera vastatrix* P.*),* es un insecto que ataca las raíces de la especie *Vitis vinífera* L., de la cual se derivan directa o indirectamente todas las variedades productoras de uva, lo que motivó el desarrollo de los portainjertos a nivel mundial, pero además de esta ventaja los patrones pueden conferir a las variedades una serie de características para enfrentar problemas de suelo, clima y riego, mas sin embargo no todos los portainjertos son compatibles con todas las variedades de uva de mesa, por lo que la selección de la combinación de variedad-portainjerto es fundamental para no tener problemas de desuniformidad en el desarrollo de la planta (Ljubetic, 2008). El presente trabajo se planteó con el objetivo de determinar el mejor portainjerto con el que se obtenga un alto rendimiento en uvas de mesa de calidad, con una vida productiva larga.

MATERIALES Y MÉTODOS

La realización del presente trabajo se desarrolló en un viñedo establecido en el Campo Experimental de la Laguna (CELALA), perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ubicado en Matamoros, Coahuila, México. El clima es cálido y seco con una precipitación media anual de 240 milímetros, (Anónimo, 2005b).

El lote donde se evaluó la variedad Málaga roja (*Vitis vinífera* L.), se plantó en 1999 e injertado en 2002, evaluándose el ciclo 2009. La distancia entre surcos es de 3.00 m. y entre plantas de 1.50 m (2,222 plantas ha^{-1}). El suelo del viñedo se caracteriza por ser arenoso, el sistema de riego es por goteo y se utilizaron pérgolas inclinadas para permitir que haya una amplia

distribución del follaje y el libre paso de la maquinaria. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con tres tratamientos (portainjertos) y cinco repeticiones donde cada repetición representa una planta. Los portainjertos, estudiados fueron; 420-A (*V. berlandieri* x *V. riparia*). Teleki 5-C (*V. berlandieri* x *V. riparia*). 140-Ru (*V. berlandieri* x *V. rupestris*). Las variables evaluadas fueron: De producción; Número de racimos por planta, Producción de uva por planta (kg). Peso promedio del racimo (gr) y Producción de uva por unidad de superficie (ton ha^{-1}). De calidad; Volumen de la baya (cc), obteniéndose con una probeta graduada de 1lt, a la cual se le agregaron 200 ml de agua, agregándose 10 uvas tomadas a l azar y se tomó lectura de los ml que aumentaron en la probeta y se dividió entre 10, acumulación de sólidos solubles (°Brix), para determinar esta variable se tomaron 10 bayas de uvas , se maceraron para obtener el jugo, se tomó una muestra y con un refractómetro de mano con escala de 0-32° °Brix, se midió la cantidad de azúcar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo al análisis de varianza con respecto al número de racimos por planta, indica que existe diferencia significativa entre portainjertos. Los portainjertos 5-C y 140-Ru se comportaron estadísticamente iguales con valores de 16.4 y 16.3 racimos, respectivamente, mientras que el portainjerto 420-A se comporta de manera diferente al presentar el menor número de racimos por planta con un valor de 9.7. (Cuadro 1), Según Muñoz y González (1999), el vigor del portainjerto se relaciona con una baja producción de la variedad injertada, por lo que se rechaza lo dicho anteriormente por estos autores, ya que la mayor producción se centró en los portainjertos de vigor medio y alto vigor.

En producción de uva por planta el portainjerto 5-C es igual al 140-Ru, pero diferente al 420-A, ya que obtuvo el valor más alto de producción con 5.4 kg con respecto al portainjerto 420-A que obtuvo el valor más bajo de producción con un valor de 3.4 kg por planta. Martínez (1991), menciona que los portainjertos vigorosos como el 140- Ru favorecen las altas producciones, por lo que se acepta lo anterior ya que el portainjerto mencionado anteriormente indujo una producción alta en comparación con de vigor débil.

En cuanto al efecto del portainjerto sobre el peso promedio del racimo (gr) el análisis de varianza muestra que existe diferencia significativa, ya que el portainjerto 420-A indujo mayor peso de racimo, promediando 370 gramos por racimo, mientras que el portainjerto 140-Ru promovió racimos más pequeños o de menor peso, 310 gr por racimo. Por lo que se comprueba que en algunos portainjertos se produce un aumento en el peso del racimo, en cambio en otros pueden disminuir (Muñoz y González, 1999).

Por último en cuanto a la producción de uva por hectárea (t ha^{-1}), se registraron diferencias significativas, el portainjerto Teleki 5-C obtuvo la mayor producción con 16.1 t ha^{-1} de uva y es igual estadísticamente al 140-Ru, mientras que el valor más bajo se obtuvo con el portainjerto 420-A con 10.2 ton/ha. Por lo que se comprueba que la producción de una variedad varía considerablemente según el portainjerto (Muñoz y González, 1999).

Cuadro 1., Numero de racimos por planta, producción de uva por planta, peso del racimo y en la variedad Málaga Roja en diferentes portainjertos 2009.

Portainjerto	Racimos por planta	Producción de uva por planta (kg)	Peso del racimo (gr)	Producción de uva por hectárea (ton)
140-Ru	16.3 a	5.05 a	310 b	16.0 a
Teleki 5-C	16.4 a	5.40 a	329 b	16.1 a
420-A	9.7 b	3.40 b	370 a	10.2 b

*Medias con la misma literal son iguales estadísticamente.

El análisis de varianza para volumen de baya (cc) mostró que existe diferencias significativas, ya que los portainjertos 420-A y 140-Ru son los que presentan un valor de 3.08 en ambos casos, mientras que el portainjerto 5-C presenta un valor promedio de 2.41 cc. En lo referente a la acumulación de sólidos solubles (°Brix) el análisis de varianza no mostró diferencias significativas entre portainjertos (Cuadro 2).

Cuadro 2., Volumen de la baya y acumulación de sólidos solubles en la variedad Málaga Roja en diferentes portainjertos 2009.

Portainjerto	Volumen de la baya (cc)	Sólidos solubles ° Brix
140-Ru	3.08 a	18.71 a
5-C	2.41 b	18.98 a
420-A	3.08 a	18.97 a

*Medias con la misma literal son iguales estadísticamente.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los datos obtenidos en la presente investigación se concluye lo siguiente:

Los portainjertos 140-Ru y Teleki 5-C, fueron los portainjertos en los que se obtuvieron los mejores resultados de producción y calidad de la uva.

BIBLIOGRAFÍA

Anaya, R. R. 1993. La Viticultura Mexicana. In: Memorias del 25° Día del Viticultor. SARH, INIFAP, Matamoros, Coahuila, México, 46: 123- 126.

Anónimo, 2001. Anuario de Producción 1999. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). FAO Statics series. Vol. 53, 328 p.

Anónimo, 2005 a. Estadística Agroalimentaria. MAPA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación) Anuario de Madrid, España. 705 p.

Anónimo, 2005 b. Enciclopedia de los Municipios de México estado de Coahuila. Matamoros, [En línea]. http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/coahuila/mpios/05017a.htm. Fecha de consulta 04/10/09.

Anónimo 1998. Guía Técnica del Viticultor. Publicación Especial N° 25. CELALA-CIRNOC-INIFAP. Matamoros, Coah,

Galet, P. 1983. Precis de Viticulture. 4° edition. Imprimerie Déahn, Montpellier. France.

Herrera, P. T.1995. Pudrición Texana en vid. Memorias del IV Seminario Internacional de Plagas y Enfermedades de la Vid. Casa Pedro Domecq. CENID-RASPA. Gómez Palacio, Durango. pp. 22-34.

Ljubetic, D. 2008. Portainjertos para uva de mesa: La Base de una fruticultura Exitosa. Red Agrícola. [En línea]. http://wwwredagrícola.com/view/67/32/. Fecha de consulta 24 de octubre del 2009.

Martínez, T. F.1991.Biología de la vid. Fundamentos biológicos de la viticultura. Mundi-prensa. 346.

Muñoz, H. I. y González H. R. 1999. Uso de Portainjertos en Vides para Vino: Aspectos Generales. Informativo la Platina. No 6. Instituto de Investigaciones agropecuarias, Centro Regional de Investigación la Platina, Ministerio de Agricultura. Noviembre de 1999. Santiago Chile.

Pérez, M. I. 2002. La filoxera el invasor que vino de América. Entomología aplicada (IV). Comunidad virtual de entomología. Universidad de la Rioja. Departamento de Agricultura y Alimentación. [En línea], http://entomología.Rediris.es/aracnet/9/entoaplicada/index.htm. Fecha de consulta 21 de octubre del 2009.

Reynier, A. 2001. Manual de Viticultura. 6ª edición. Editorial Mundi Prensa. Barcelona España. pp. 377, 381.

Weaver, J. R. 1985. Cultivo de la Uva. Editorial Continental. S. A. México D. F. pp. 61-64.

EFECTO DE LA DENSIDAD DE PLANTACIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA UVA EN LA VARIEDAD MERLOT (*Vitis vinifera* L.)

Eduardo Madero Tamargo[2], Rodolfo Faz Contreras[1], Ángel Lagarda Murrieta[2] y Cristian Valente Morales Rodríguez.[3]

[1] *INIFAP Campo Experimental de la Laguna Matamoros Coah. E-mail* edmad2002@yahoo.com.mx,[2] Maestro Investigador y [3] Tesista de la UAAAN-UL

INTRODUCCIÓN

La producción de uva en México está dirigida a la uva de mesa, para pasa e industrial, en este último destacan principalmente la elaboración de vinos. Una de las variedades tintas es Merlot de brotación precoz y sensible a las heladas de primavera, madura en segunda época (antes que los cabernets y después de Cot o Malbec, (Reynier, 1989).

Dentro de las regiones productoras de vinos sobresale Parras, Coahuila. Que se considera como una de las más antiguas en este país que ha sobresalido por sus características de clima y suelo, en donde destaca la variedad Merlot, la cual bajo estas condiciones se ha comportado como productora, pero desgraciadamente tiende a debilitarse muy fácil, lo que provoca baja de la calidad y disminución de la vida productiva.

En el viñedo es muy importante el número de plantas por hectárea, porque la densidad es un factor que con el tiempo ayuda a uniformizar por unidad de superficie el rendimiento y la calidad de la cosecha, el reparto de la radiación solar determina el grado de explotación del medio; del suelo por el sistema radicular como de la radiación solar por la vegetación, sobre la fisiología de la planta ya que, en función de la densidad, las plantas alcanzan diferentes desarrollos (Martínez, 1991). En este caso tanto la distancia entre surcos, como la distancia entre plantas (principalmente) tiene influencia en el buen desarrollo de la explotación de esta variedad. En el presente trabajo se plantea como objetivo evaluar el efecto de la densidad de plantación sobre la producción y calidad de uva en la variedad Merlot (*Vitis vinifera* L.)

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del sitio experimental; el viñedo utilizado para el presente trabajo está establecido en Agrícola San Lorenzo en Parras, Coahuila, México, se evaluó la variedad Merlot, con tres tratamientos en el ciclo 2011. Esta área se caracteriza por un clima seco semicálido durante la mayor parte del año, y su temporada de lluvias comprende los meses de junio a septiembre. (Anónimo, 2008). Se utilizó la variedad Merlot **(***Vitis vinifera* L.**)**. El experimento se realizó en el ciclo vegetativo 2011. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con 3 tratamientos (3.00 m entre surcos x1.00 m entre plantas = 3,333 platas ha^{-1}, 3.00 x 1.50 m =

2,222 platas ha^{-1} y 2.50x m x 1.00 m = 4000 platas ha^{-1}) respectivamente y 5 repeticiones (cada repetición es una planta).

Se evaluaron las siguientes variables, de producción: Número de racimos, peso del racimo, producción de uva por planta y por unidad de superficie; de calidad; volumen de baya, acumulación de azúcar y numero de bayas por racimo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables de Producción.

Se encontró diferencia significativa entre medias de tratamientos (Cuadro 1), las densidades de 3,333 y 4,000 platas ha^{-1}, son iguales entre sí, pero diferentes a la densidad de 2,222 platas ha^{-1}. La de menor densidad arrojó mayor número de racimos por planta con esto se está de acuerdo con Martínez (1991) que menciona, cuando la densidad de plantación es alta, mayor es la homogeneidad en la distribución de la vegetación, hojas, racimos, etc. y que la producción de uva se ve modificada, a mayor distancia entre plantas, mayor será el número de racimos por planta.

La Producción de uva por planta (kg), también presentó diferencia significativa entre medias de tratamientos (Cuadro 1), las densidades de 2,222 y 3,333 platas ha^{-1}, son iguales, pero la de 4,000 platas ha^{-1} es diferente a la de 2,222, lo cual coincide con Álvarez. (2006) Quien menciona que a menos densidad, la producción de uva por unidad de superficie, es mayor, lo que no es recomendable, ya que se puede llegar a disminuir la capacidad de producción y de calidad, acortando la vida productiva del viñedo. En cuanto al peso del racimo también presentó diferencia entre los tratamientos, las densidades de 2,222 y 4,000 platas ha^{-1}, son iguales entre sí, pero diferentes a la densidad de 3333 platas ha^{-1}.

Que es la que presenta el mayor peso de racimo. La producción de uva por unidad de superficie (t ha^{-1}) no se encontró diferencias significativas entre densidades de plantación.

Cuadro 1. Efecto de la densidad de plantación sobre el número de racimos por planta, producción por planta, peso de racimo y rendimiento por superficie en la variedad Merlot. 2012.

Plantas ha^{-1}	N° de racimos/planta	Uva/planta (Kg)	Peso racimo (gr)	Producción (Kg ha^{-1})
2,222	*53.4 a	3.32 a	64.43 b	7.38 a
3,333	22.0 b	2.29 ab	105.26 a	7.62 a
4,000	26.2 b	1.39 b	53.92 b	5.56 a

*medias con la misma literal son iguales entre sí.

Numero de bayas por racimo, esta variable no presentó diferencia entre medias de los tratamientos (Cuadro 2), todas las densidades fueron iguales. Este resultado concuerda con Champagnol, (1984) Quien menciona que las densidades excesivas pueden provocar una disminución del rendimiento ocasionado por la interacción del follaje que reduce la fotosíntesis neta, dificulta la maduración y favorece los ataques de parásitos.

Volumen de la baya (cc), esta variable presentó diferencias significativas entre medias de tratamientos (Cuadro 2) las densidades de 3,333 y 4,000 plantas ha^{-1}, son iguales entre sí, pero la densidad de 3,333, es diferente a la densidad de 2,222 plantas ha^{-1}. La cual a su vez es igual a la densidad de 4,000 plantas ha^{-1}.

En acumulación de solidos solubles (°Brix) se encontró que existe diferencia entre los valores de los tratamientos, la densidad de 4,000 plantas ha^{-1}, es igual a la de 2,222 plantas ha^{-1}, en tanto que esta última es igual a la densidad de 3,333 plantas ha^{-1} y esta es diferente a la de 4,000 plantas ha^{-1}, en todos los casos la azúcar obtenida es suficiente para obtener productos de calidad.

Cuadro 2. Efecto de la densidad de plantación sobre número de bayas por racimo, volumen de la uva y la acumulación de sólidos solubles en la variedad Merlot. 2012.

Plantas ha^{-1}	N° de bayas por racimo	Volumen de la baya (cc)	Solidos solubles(°Brix)
2,222	*79.4 a	9.6 b	22.42 ab
3,333	122.0 a	12.2 a	21.64 b
4,000	97.6 a	10.6 a	23.36 a

*medias con la misma literal son iguales entre sí.

CONCLUSIONES

Las mejor densidades de acuerdo a estos resultados fueron 2,222 y 3,333 plantas por hectárea, con ellas se logra la mayor producción de uva, sin deterioro de la calidad de la uva.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, G. 2006. Implantación de un viñedo con denominación de origen "La Mancha". [En línea] http://www.uclm.es/area/ing_rural/Proyectos/GuadalupeAlvarez/03-Memoria (1).PDF, La Mancha, España. (Fecha de consulta: 14/10/2012).

Anaya, R. R. 1993. La Viticultura Mexicana. In: Memorias del 25° Día del Viticultor. SARH, INIFAP, Matamoros, Coahuila, México, 46: 123- 126.

Champagnol, F. 1984. Elements de physiologie de la vigne et de viticulture generale. Ed. F Champagnol. Imp. Dehan. Montpllier, France.

Galet, P. 1990. Cepages et Vignobles de France. Tome II, L´ampelographie Francaise. Doucieme Editión. Impremerie, Charles DEHAN. Montpellier, France. Pp. 192 y 193.

Martínez, T. f. 1991. Biología de la vid. Fundamentos biológicos de la viticultura. Mundi- Prensa. España. Pp. 37.

Picornell Buendía, M.R. Y Melero Martínez, J.M., 2012: "Historia de cultivo de la vid y el vino; su expresión en la Biblia", en ENSAYOS, Revista de la Facultad de Educación de Albacete, Nº 27, 2012.

PROFECYT, 2008 Debilidades y desafíos tecnológicos del sector productivo. Vitivinícola de las provincias de Rio Negro y San Juan, de la Republica de Argentina.

Reynier, A. 1989. Manual de Viticultura. Ediciones Mundi – prensa, Madrid España, Pp, 53

EVALUACIÓN DE CRUZAS DE PRUEBA DE LÍNEAS DE MAÍZ CON DOS PROBADORES DE CICLO INTERMEDIO PARA GRANO, EN DURANGO, DGO. MÉXICO.

Adán Castillo Rosales[1], Alfonso Peña Ramos[2], Luz María Salazar Sánchez[1], José Luis Cabrales[3]

[1]INIFAP-Campo Experimental Valle del Guadiana. Km 4.5 carretera Durango-Mezquital castillo.adan@inifap.gob.mx; [2]INIFAP-Campo Experimental Pabellón, Km 32.5 carretera Aguascalientes-Zacatecas; [3]Instituto Tecnológico Valle del Guadiana. Km 22.5 carretera Durango-México.

INTRODUCCIÓN

Una de las estrategias utilizadas en el mejoramiento genético en maíz es la formación de poblaciones con las características deseadas, definiendo grupos heteróticos específicos con los cuales se puedan obtener híbridos de alto potencial de rendimiento de grano de una forma más segura (Hallauer y Miranda, 1988); otra estrategia es el mejoramiento de líneas elite de reconocido potencial heterótico para incorporar características ventajosas a nuevas líneas o poblaciones.

Esta estrategia puede resultar exitosa para la generación de los híbridos deseados en la región; aunque también, existe la posibilidad de aprovechar de una manera sistemática los recursos que continuamente se generan en los diferentes programas de mejoramiento genético de maíz del INIFAP y otros Centros de Investigación. Un ejemplo exitoso del uso de germoplasma mejorado en diferentes áreas del país es el de Gómez *et al*. (1988), quienes cruzaron líneas S_2 y S_4 provenientes de lugares con clima cálido seco, otras con clima cálido semi-seco y otras más de áreas con clima cálido húmedo. Encontraron que hubo combinaciones híbridas con líneas de diferente origen que superaron al mejor testigo comercial local existente en los lugares de evaluación. Otros ejemplos igualmente exitosos han sido demostrados por Rivera (1977), Preciado *et al*. (1985) y Peña *et al*. (1997). Gómez *et al*. (1988) sugieren que a través de este tipo de trabajos se pueden obtener híbridos sobresalientes a muy corto plazo y en forma menos costosa que trabajando individualmente con pocas fuentes de germoplasma y en un reducido número de ambientes. Para obtener mayores avances genéticos durante el proceso de mejoramiento, es importante también, incluir mayor presión de selección en ambientes con estrés tales como sequía y alta densidades de población, para asegurar que las líneas e híbridos derivados de ellas, tengan mayor grado de adaptación a esos ambientes (Duvick, 1996).

En 2005 y 2006, se liberaron y registraron los híbridos H-323 y H-376 que ya venían en proceso de evaluación desde hace varios años, los cuales fueron inicialmente seleccionados por su producción de grano.

Objetivo: Evaluación de dos grupos de cruzas de prueba de ciclo intermedio generados por el programa de mejoramiento genético de maíz del Campo Experimental de Pabellón Aguascalientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el ciclo PV-2014 en terrenos del Campo Experimental Valle del Guadiana (CEVAG), se evaluaron 41 cruzas de prueba de ciclo intermedio, generados por el programa de mejoramiento genético de maíz de Aguascalientes y el testigo H-326. Los probadores fueron dos cruzas simples sobresalientes por su alta aptitud combinatoria general (PC-3-2-2-N1-1-b-b-b X LDEX-1-4-b-1-b) y (CRX-1-2-4-4-1-b*3-PL-b*3xCML311-#-1-1-1-b-PL). El diseño experimenta utilizado fue en látice triple rectangular 6x7 con tres repeticiones. Las variables tomadas fueron: Días al 50% de floración masculina (DF♂), días al 50% de floración femenina (DF♀), días a madurez fisiológica (DMF), Altura de planta (Alt. Pta.), altura de mazorca (Alt. Mz.), Calificación de planta (Calif. Pta.), calificación de mazorca (Calif. Mz.), Por ciento de plantas con mala cobertura de mazorca (% Mala Cob.), por ciento de plantas acamadas (% Acame), por ciento de cuateo (% Cuat.), por ciento de plantas con carbón de la espiga (% CE), por ciento de mazorcas podridas (% Mzs. Pod.), por ciento de plantas con achaparramiento (% Achap.), por ciento de humedad de grano (% Hum.), por ciento de grano (% Gr.), rendimiento de grano (Rend. Gr.). La fecha de siembra fue el 28 de mayo del 2014, y la cosecha fue el 18 de diciembre. La parcela experimental fue de un surco de 5 m de longitud con una separación entre surcos de 0.81 m. La fertilización aplicada fue con la dosis 180-80-00, aplicándose en tres oportunidades: 60-80-00 en la siembra, 60-00-00 en la segunda escarda y 60-00-00 en floración femenina. Se aplicaron tres riegos de auxilio de una lámina promedio de 7 cm. La precipitación registrada durante el ciclo del cultivo (mayo a noviembre) fue de 501 mm. La densidad de plantas por hectárea promedio del ensayo fue de 47 mil, la cual es baja y se debió a la baja disponibilidad de semilla. El coeficiente de variación (CV) observado en el análisis de varianza del rendimiento de grano fue de 10.4 %. Los datos de rendimiento de grano se ajustaron al

14 % de humedad. Todas las mediciones y determinaciones de interés fueron analizadas estadísticamente con el programa MSTAT de la Universidad Estatal de Míchigan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de varianza (ANVA) del rendimiento de grano se detectaron diferencias altamente significativas ($\alpha \leq 0.01$) entre genotipos (Cuadro 1). En la comparación de medias sobresalieron en el mejor grupo estadístico (a) los genotipos 19, 29, 40, 21, 28 y 22, con rendimientos de grano de 14549, 13918, 13529, 13210, 13129 y 12918 kg ha^{-1} respectivamente (Cuadro 2), según la $DMS_{0.05}$ de 1,820 kg ha^{-1}. De este mejor grupo la cruza con la mayor sanidad de mazorca fue la 29 con solo un 3 % de mazorcas podridas; mientras que el testigo H-326 presentó un 9 %. El rendimiento promedio del ensayo fue de 10740 kg ha^{-1} y el coeficiente de variación (CV) de 10.4 %, el cual es considerado muy aceptable para las condiciones de la evaluación. La cruza que presentó el mayor porcentaje de plantas cuateras fue la 22, con 32 %. El genotipo 21, también sobresale en el grupo más sobresaliente por su mejor cobertura de mazorca presentando 0 % de mazorcas con mala cobertura. La precocidad de los genotipos evaluados fue muy similar fluctuando entre los 143 y 149 días a madurez fisiológica (MF). El genotipo más bajo de altura fue el 19, con 2.40 m y el mas alto el genotipo 28, con 2.63 m. No se presentaron daños apreciables de acame, Carbón de la Espiga y *"*achaparramiento*"* (*Spiroplasma kunkelii)*, en este grupo de híbridos evaluados.

Cuadro 1. Análisis de varianza del rendimiento de grano del ensayo de cruzas de prueba intermedias de maíz para grano, en Durango, Dgo., 2014.

FV	gl	CM	Signif.
REP	2	21372312	
VAR.	41	11788248	**
BLOCK	18	1667772	
ERROR	64	1246029	
TOTAL	125		

CV= 10.4 %

$DMS_{0.05}$= 1,820 kg/ha

CONCLUSIONES

Las cruzas con el probador (CRX-1-2-4-4-1-b*3-PL-b*3xCML311-#-1-1-1-b-PL) que superaron estadísticamente el rendimiento promedio (10,368 kg ha^{-1}) de las cruzas de prueba fueron los genotipos 29, 28, 22, 34 y 37, con rendimientos de 13918, 13129, 12918, 12291 y 12259 kilogramos por hectárea respectivamente, según la $DMS_{0.05}$= 1,820 kg ha^{-1}.

Solo dos cruzas con el probador (PC-3-2-2-N1-1-b-b-b X LDEX-1-4-b-1-b) superaron estadísticamente según $DMS_{0.05}$= 1,820 kg ha^{-1} al promedio de cruzas con este probador, siendo los genotipos 19 y 21 con rendimientos de 14549 y 13210 kilogramos por hectárea respectivamente.

No se observó diferencia estadística significativa entre los promedios de las cruzas con los dos probadores (diferencia de 448 kg ha^{-1}).

Cuadro 2. Medias del ensayo de cruzas de prueba de ciclo intermedio para grano, bajo riego, en durango, dgo. pv-2014.

Núm Var	Flor Masc	Alt Pta	Alt Mz	Calif Pta	Calif Mz	DMF	% CE	%Pts M.Cob.	% Cuat	% Pts Achap	% Mzs Pod	Rend Gr (Kg/Ha)		
19	77	240	87	1.7	1.7	143	1	9	5	5	8	14549	a	
29	75	247	90	1.5	1.8	143	1	19	11	8	3	13918	a	b
40	85	250	85	2.3	1.3	147	0	21	21	5	6	13529	a	b
21	79	245	93	1.3	1.7	144	0	0	8	6	8	13210	a	b
28	76	263	113	2.0	1.7	143	0	10	15	5	7	13129	a	b
22	82	260	100	1.8	1.7	149	0	20	32	5	8	12918	a	b
42	76	260	88	2.2	1.7	145	0	13	8	18	9	12590		b
34	78	248	85	1.8	1.3	147	0	22	21	4	0	12291		b
37	80	248	92	1.7	1.5	147	0	34	26	0	13	12259		b
13	78	250	97	1.8	2.0	144	2	26	8	2	12	12245		b
1	80	248	92	1.7	1.5	144	0	32	28	8	1	12160		b
25	83	267	110	1.5	1.2	149	0	55	32	0	14	12114		b
23	86	267	100	1.7	1.3	148	0	7	14	3	6	12008		
4	79	255	102	1.7	1.7	146	0	21	14	4	6	11873		
20	76	232	82	1.8	1.8	142	0	14	17	8	5	11784		
30	77	245	95	2.0	1.7	144	0	36	24	3	5	11689		
18	76	230	82	1.8	1.3	142	2	7	7	10	10	11631		
16	79	232	87	1.8	1.5	144	2	12	17	7	5	11613		
41	85	268	87	1.8	1.8	148	0	6	50	14	4	11203		
17	79	242	95	2.0	1.7	144	0	18	12	3	5	11166		
7	73	233	80	1.8	1.7	143	1	16	7	9	6	10890		
26	76	248	88	1.7	1.7	143	0	44	34	11	7	10712		
9	76	238	80	2.0	1.7	142	0	5	1	3	3	10544		
39	81	258	112	1.5	1.2	146	0	8	19	0	10	10215		
38	81	252	98	2.0	1.7	144	0	38	43	9	5	10069		
11	77	232	85	2.0	1.5	142	0	28	18	9	11	10068		
5	76	245	100	1.8	2.0	143	0	11	8	8	10	10052		
6	78	247	92	2.0	2.0	143	0	3	1	6	11	9987		
35	79	228	93	1.8	1.8	146	0	25	23	0	0	9951		

10	78	247	100	1.8	1.5	144	0	16	8	5	2	9830
8	78	230	80	1.7	1.7	144	0	27	13	0	11	9744
33	77	252	95	2.0	1.7	143	0	71	32	3	18	9696
12	76	210	73	1.8	2.0	142	5	10	14	6	5	9680
3	78	232	88	1.8	1.7	145	0	21	18	9	6	9626
31	77	235	87	1.8	1.8	143	0	0	25	12	4	9218
14	77	222	82	1.8	1.7	144	2	18	30	4	0	9106
15	77	213	85	1.8	1.8	144	0	33	14	4	8	8975
2	82	228	80	1.8	1.5	143	0	34	12	5	6	8406
36	80	240	68	2.2	2.0	147	0	41	19	0	0	7846
24	85	225	77	2.0	1.7	149	0	17	34	0	4	7155
32	79	225	90	2.0	1.7	144	3	46	5	8	15	5802
27	76	237	85	2.0	2.0	143	0	47	10	4	11	5642
1	79	80	247	2.0	1.5	145	0	30	23	4	7	10368
2	78	78	236	2.0	1.5	143	1	17	12	6	7	10816

CV= 10.4 %

$DMS_{0.05}$= 1,821 kg/ha

BIBLIOGRAFÍA

Duvick D.N. (1996). Personal perspective. Plant breeding, an evolutionary concept. Crop Sci. 36:539-548.

Gómez M.,N., R. Valdivia B., y H. Mejía H. (1988). Dialélico integrado con líneas de diferentes programas de maíz para la región cálida. REVISTA FITOTECNIA MEXICANA. 11:103-120.

Hallauer A. R. and F. J.B. Miranda. (1988). Quantitative genetics in maize breeding. Second Ed. Iowa State University Press. 468 p.

Peña R., A., F Ramos. G. y S. Martín del Campo V. (1997). Utilidad de líneas y variedades de maíz tropicales para la región templada. Rev. Fitotec. Mex. 20:57-67.

Preciado O., R.E., R. Valdivia B. y F. Caballero H. (1985). Evaluación de cruzas intervarietales de maíz en el estado de Veracruz. REVISTA FITOTECNIA MEXICANA. 7:3-19.

Rivera F., C.H. (1977). Efecto de la divergencia genética en la heterosis de cruzas intervarietales de maíz. Tesis M.C., C.P., Chapingo, Mex.

APTITUD COMBINATORIA GENERAL Y ESPECÍFICA EN GENOTIPOS DE CHILE (*Capsicum annuum*).

Gibran Jaciel Alejandro Rojas[1], Rosendo Hernández Martínez*[2], Reinaldo Méndez Aguilar[3]

[1]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Depto. de Horticultura. Calzada Antonio Narro No. 1923. C.P. 25315. Saltillo, Coahuila, México. Tel. 018444110200. [2]INIFAP-Campo Experimental Río Bravo. Carretera Matamoros-Reynosa, Km 61. A.P. 172. C.P. 88900. Río Bravo, Tamaulipas. México. Tel: 015538718700. Ext. 83226 o 83232. [3]INIFAP-Campo Experimental Las Huastecas. Carretera Tampico-Mante, Km 55. C.P. 89610. Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas, México. *Autor para correspondencia: hernandez.rosendo@inifap.gob.mx.

INTRODUCCIÓN

La horticultura es una actividad muy variada, por las estructuras de los cultivos, sistemas de producción y la gran importancia económica para nuestro país. México es el país con la mayor diversidad genética del Chile (*Capsicum*), pero curiosamente no es el productor más importante. Se ubica en el tercer lugar de producción, después de China y Turquía (FAO, 2014). Los chiles del genero *Capsicum annuum,* están presentes en toda la república mexicana, se encuentran de forma silvestre, en cultivos comerciales tecnificados, a campo abierto y en agricultura protegida. Actualmente, en México se producen 2 294 399 t de chile verde, donde los principales estados productores son: Sinaloa, Chihuahua, Zacatecas y San Luis Potosí, que concentran 67% de la producción nacional de chile, el rendimiento promedio de chile verde es de 17.48 t ha^{-1}, además en los últimos años el 99% de las exportaciones de México son enviadas a la Unión Americana, siendo el pimiento morrón la de mayor producción a nivel nacional con 370 mil toneladas anuales, seguido de otras variedades, entre las que destaca el chile jalapeño con 431 mil toneladas (SAGARPA, 2013). En nuestro país los recursos genéticos con el género *Capsicum* son muy importantes y adquieren gran relevancia por el potencial genético que esta especie representa. Esto lo aprovechan los mejoradores como base para empezar programas de mejoramiento y así obtener variedades o híbridos sobresalientes (Ramos y Jiménez, 2007). Se han desarrollado sistemas de apareamiento o diseños genéticos para conocer la acción génica de caracteres cuantitativos, determinar la aptitud combinatoria de los progenitores, seleccionar los mejores y diseñar los métodos de mejoramiento más eficientes (Comstock y Robinson, 1948). La variabilidad genética del chile (*Capsicum annuum),* es amplia, por lo que es importante realizar estudios que nos indiquen el camino para identificar caracteres agronómicos de interés en el cultivo (Bosland, 1996). En base a lo anterior el estudio se planteó con el objetivo de evaluar los efectos genéticos y heterosis en genotipos de chile (*Capsicum annun*) en características agronómicas importantes de rendimiento

MATERIALES Y MÉTODOS

El material genético utilizado en esta investigación fueron 9 genotipos de chiles del genero *Capsicum annuum* como progenitores y 20 cruzas F_1 (Cuadro 1). Los cruzamientos se realizaron con base al Diseño II de apareamiento de Carolina del Norte (Comstock y Robinson, 1948). La formación de los híbridos se realizó en un invernadero de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), en Saltillo, Coahuila, durante el ciclo P-V del 2013. Los frutos provenientes de cada cruza se cosecharon en etapa de madurez fisiológica y se almacenaron 6 días a temperatura ambiente hasta su completa maduración, para realizar la extracción de semilla, y posteriormente evaluar los progenitores e híbridos.

Cuadro 1. Diseño II de apareamiento de Carolina del Norte (Comstock y Robinson, 1948) para cruzas en nueve genotipos de chile y sus 20 cruzas F_1.

	Progenitores			
	Pimientos (Machos)			
Jalapeños (Hembras)	1 (UANRd-Rojo)	2 (UANYw-Amarillo	3 (UANOg-Naranja)	4 (UANPp-Morado)
5 (Invicto)	5*1	5*2	5*3	5*4
6 (UAN23)	6*1	6*2	6*3	6*4
7 (UAN32)	7*1	7*2	7*3	7*4
8 (Ciclón)	8*1	8*2	8*3	8*4
9 (Euforia)	9*1	9*2	9*3	9*4

Evaluación de progenitores e híbridos F_1. La evaluación de los 29 materiales (progenitores y cruzas) se realizó en el ciclo O-I 2013, en un invernadero de la UAAAN, situado en la localidad de Buenavista, al sur de Saltillo, Coah., México, ubicada a 25° 21´ 24´´ Latitud Norte y 101° 02´ 05´´ Longitud Oeste, a una altitud de 1762 msnm, con una precipitación media de 400 mm y una temperatura media anual oscilante entre 12-18 °C (SMN, 2013).

Variables agronómicas. El rendimiento total de la planta (RTP) se determinó a los 70 días después del trasplante pesando todo los frutos producidos por planta, considerando la suma de 7 cortes con intervalos de 10 días. Para el número de frutos por planta (NFP) se contaron los frutos obtenidos de los 7 cortes, a su vez se estimó el peso promedio de frutos (PPF) en gramos (g).

Diseño experimental. Se utilizó un diseño experimental en bloques completos al azar con 4 repeticiones. La unidad experimental consistió de 10 plantas por genotipo. Se evaluaron 5 plantas centrales con competencia completa para la toma de las variables agronómicas.

El análisis genético se realizó con el diseño II de apareamiento de Carolina del Norte (Comstock y Robinson, 1948), cuyo modelo lineal es: $Y_{ijk} = \mu + M_i + H_j + \phi_{ij} + \epsilon_{ijk}$

Donde i=1,2,....m (machos); j=1,2,....h (hembras); k=1,2,..r (rep); Y_{ijk}= Observación de la cruza entre el i-ésimo macho y la j-ésima hembra en la k-ésima repetición; μ= Media general; M_i y H_j= Efecto del i-ésimo macho y j-ésima hembra; ϕ_{ij} =Efecto de la interacción del i-ésimo macho con la j-ésima hembra; ϵ_{ijk}= error experimental. La estimación de los efectos de aptitud combinatoria general (ACG) para los machos y hembras, y de aptitud combinatoria específica (ACE) para las cruzas, se hizo según la propuesta de Sprague y Tatum (1942).

Para la comparación de medias se realizó la prueba de (Tukey) al nivel de $p \leq 0.05$. El proceso de los datos y el análisis estadístico se realizó con el programa Statitical Analysis System (SAS) Versión 9.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentan los cuadrados medios del análisis de varianza bajo el modelo II de apareamiento de Carolina del Norte (Comstock y Robinson, 1948), el cual permitió obtener las discrepancias entre los progenitores y sus híbridos, así también la divergencia existente de los efectos genéticos y heterosis (Cuadro 2). Se observaron diferencias ($p \leq 0.01$) para repeticiones en las variables Rendimiento Total de la planta (RTP) y Numero de Fruto por Planta (NFP), esto se le atribuye a que los genotipos involucrados en la formación de sus híbridos, fueron de distintas variedades (Jalapeño y Pimiento morrón). Se observan diferencias significativas ($p \leq 0.01$) entre machos, hembras y la interacción de macho por hembra (M*H), para las variables de Rendimiento Total de la Planta (RTP), Peso Promedio de Fruto (PPF) y Numero de Fruto por Planta (NFP). Los contrastes existentes en todas las variables en estudio se le inculpa al fondo genético presente entre los progenitores de machos (Pimiento morrón) y hembras (Jalapeño). Con lo anterior Luna *et al*., (2011) indica que las diferencias existentes en la interacción de M*H se le puede atribuir a la alta variabilidad genética de los padres, así como los diferentes grados de combinación de sus progenitores involucrados en las cruzas.

Cuadro 2. Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza en 9 progenitores de chile y 20 híbridos para características de rendimiento analizadas bajo el diseño II de apareamiento de Carolina del Norte (Comstock y Robinson, 1948).

F.V	G.L	RTP	PPF	NFP
Repetición	3	0.06*	0.09	0.00 *
Hembras	4	0.82**	7.44**	0.05**
Machos	3	1.77**	9.93**	0.11**
Hembra*Macho	12	0.59**	10.31**	0.03**
Error	57	0.01	0.29	0.00**
Coeficiente de Variación		2.39	4.51	2.39

*, **= Significativo a 0.05 y 0.01, respectivamente. FV= Fuente de Variación; GL= Grados de Libertad; RTP= Rendimiento Total de la Planta; PPF= Peso Promedio de Fruto; NFP= Numero de Fruto por Planta.

Se observan los valores estimados de aptitud combinatoria general (ACG) de los progenitores involucrados en este experimento (Cuadro 3), encontrando valores positivos con diferencias significativas ($p \leq 0.05$) para RTP en los genotipos de Euforia (0.067), UANRw-Amarillo (0.061), UANOg-Naranja (0.046) y UAN23 (0.008). La existencia de estos efectos positivos en RTP, es una situación favorable si se deseara mejorar dicho carácter hacia rendimiento, ya que efectos positivos indican genotipos más productivas; por lo contrario los progenitores con menor valor negativo de aptitud combinatoria general fueron el UANRd-Rojo y UAN32 sin diferencias estadísticas, indicando menos rendimiento de estos progenitores, situación que hace indeseable estos genotipo para mejorar en futuros estudios dicho carácter.

En el caso para la variable PPF los progenitores que presentaron valores positivos con discrepancia significativa ($p \leq 0.05$) fueron; UANRw-Amarillo, UAN23, Ciclón, UAN32, Euforia y UANOg-Naranja, destacando el progenitor UANRw-Amarillo con un valor de 1.351. Para la variable NFP los progenitores Euforia, UANOg-Naranja, Invicto y UANPp-Morado presentaron valores positivos y significativos ($p \leq 0.05$), destacando para este carácter el progenitor Euforia con la mayor aptitud combinatoria general con valor de 143.610, para esta misma variable el genotipo Ciclón se observó contraste significativo ($p \leq 0.05$) con un valor negativo de -182.07, indicando que este genotipo obtuvo un menor número de fruto por planta. Al revisar los progenitores estudiados se encontró que el genotipo Euforia y UANOg-Naranja fueron los que resaltaron más en las variables de RTP, PPF y NFP, presentando valores positivos y significativos, lo cual indica la presencia de efectos aditivos en estas variables. Pech *et al*., (2010) mencionan que los valores positivos de ACG, permite seleccionar plantas que combinen

las características superiores de los progenitores, así como predecir las cruzas con mayor potencial.

Cuadro 3. Efectos de aptitud combinatoria general de 9 progenitores de chile evaluadas en base a características agronómicas.

Progenitores	RTP	PPF	NFP
UANRd-Rojo	-0.106	-0.058	-110.60
UANRw-Amarillo	0.061*	1.351*	-45.000
UANOg-Naranja	0.046*	0.021*	137.150*
UANPp-Morado	-0.002	-1.315	18.450*
Invicto	0.025	-2.537	134.730*
UAN23	0.008*	1.099*	-89.325
UAN32	-0.016	0.232*	-6.950
Ciclón	-0.086	0.982*	-182.07*
Euforia	0.067*	0.223*	143.610*

*, **= Significativo a 0.05 y 0.01, respectivamente.

En el Cuadro 4 se presenta la estimación de los efectos de Aptitud Combinatoria Especifica (ACE) y heterosis, mostrando en las cruzas 5*3, 8*1, 8*2, 7*2 y 6*1, valores positivos altos y significativos (P ≤0.01) con heterosis de 66.2% en la cruza 8*2 y 48.5% en el hibrido 8*1 en la variable RTP. Caso contrario a este carácter las cruzas con valores negativos altos fueron 7*4 (-0.13) y 5*3 (0.12), sin diferencias estadísticas. En cuanto a las variables PPF y NFP no se encontraron contrastes significativos, indicando que las cruzas se comportaron de manera similar unas con otras. Respecto a lo anterior Ahmed *et al*., (1997) señalaron que con buenos valores de ACG y ACE de padres y sus cruzas, se pueden definir los métodos de mejoramiento más apropiados para aprovechar los alelos favorables.

Cuadro 4. Aptitud combinatoria específica (ACE) y Heterosis de 20 cruzas de chile, para las variables de rendimiento. Saltillo, Coahuila 2014.

Cruza	RTP	Het	PPF	Het	NFP	Het
5*1	-0.06	47.6	2.28	-71.2	-380.06	73.9
5*2	-0.04	65.6	-0.77	-79.4	-44.96	156.6
5*3	0.12*	34.7	-1-14	-42.8	421.29	90.6
5*4	-0.22	69.2	-0.37	-84.9	3.74	219.6
6*1	0.08*	20.7	0.28	-78.0	20.50	95.3
6*2	-0.18	12.8	0.59	-77.5	-345.00	64.6
6*3	-0.02	14.3	-0.39	-81.2	-83.40	81.1
6*4	0.12	27.2	-0.49	-179.1	408.00	49.7
7*1	-0.01	15.4	-2.15	-76.8	194.88	119.6
7*2	0.08*	10.0	-0.25	-70.9	104.73	60.5
7*3	-0.01	3.2	-10.35	-79.8	-105.40	104.7
7*4	-0.13	-3.2	1.61	-81.7	-194.30	110.8
8*1	0.09*	48.5	-0.05	-74.9	49.55	128.1
8*2	0.08*	66.2	-1.49	-79.7	226.20	196.1
8*3	-0.01	-8.0	-0.43	-77.4	-97.27	47.4
8*4	-0.06	33.8	3.17	-82.3	-277.00	141.8
9*1	-0.04	19.3	0.99	-78.9	16.56	148.9
9*2	0.056	27.7	1.86	-79.3	59.16	162.6
9*3	0.012	11.9	2.38	-80.3	-135	126.0
9*4	-0.26	23.4	-0.26	-82.2	59.61	155.1

*,

**= Significativo a 0.05 y 0.01, respectivamente.

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta las variables de estudio, existe una gran variabilidad entre los genotipos. La aptitud combinaría general y específica, en algunas cruzas y progenitores manifestaron características destacadas que los hacen elegibles para avanzarlos para posibles programas de mejoramientos. El progenitor Euforia y UANOg-Naranja sobresalieron en las tres variables de en estudio revelando valores altos de ACG. Las cruzas con mayor valor de ACE en cuanto a rendimiento fueron Ciclón*UANYw-Amarillo, Ciclón*UANRd-Rojo, UAN32*UANYw-Amarillo, UAN23*UANRd-Rojo e Invito*UANRd-Rojo. Los progenitores y cruzas que expresaron el mayor

potencial genético en ACG y ACE pueden involucrarse en programas de mejoramiento genético, para explotar con éxito la acción génica aditiva como de dominancia.

BIBLIOGRAFIA

Ahmed, N.; S. H. Khan.; and M. I. Tanki (1997) Combining ability analysis for fruit yield and its component characters in sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). C capsicum Eggplant News let. 16:27-75.

Bosland, W. P. 1996. Capsicums: Innovative Uses Of An Ancient Crop. Pp. 479-487. In: J. Janick (ed.), Progress In New Crops. Ashs Press, Arlington, Va**.**

Comstock, Re and Robinson, Hf. 1948. The Components Of Genetic Variance In Populations Of Biparental Progenies And Their Use In Estimating The Aver Age Degree Of Dominance Biometrics 4:254-266.

Luna, O. J. G.; García, H. J. L.; Valdez, C. R. D; Gallegos, R. M. A.; Preciado, R. P.; Guerrero, G. C.; Espinoza, B. A. 2011. Aptitud Combinatoria Y Componentes Genéticos En Líneas De Maíz. Agron. Mesoam. Vol. 22(2).

Organización de las Naciones Unidas para Agricultura y Alimentación (FAO). 2013. FAOSTAT. http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx.

Pech, M. A. M.; Castañón, N. G.; Tun, S. J.; Mendoza, E. M.; Mijangos C. J.; Pérez, G. A.; Latournerie, M. L. 2010. Combiningability And Heterotic Effects In Sweet Pepper Populations (*Capsicum annuum*). Rev. Fitotec. Mex Vol. 33(4).

Ramos-Gourcy Y A.; y De Luna-Jiménez, 2007. Evaluación De Tres Variedades De Chile (*Capsicum annuum* L.) En Cuatro Concentraciones De Una Solución Hidropónica Bajo Invernadero. Revista Investigación Y Ciencia Universidad Autónoma De Aguascalientes.

SAGARPA 20013. Secretaria De Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca Y Alimentación.

SMN 2013. Servicio Meteorológico Nacional.

Sprague, G. F.; and L. A. Tatum (1942) General versus specific combining ability in single crosses of corn. J. Amer. Soc. Agron. 34:923-932.

COMPARACIÓN DE LA CALIDAD Y RENDIMIENTO DE SEMILLA DE TETRAPLOIDES Y UN DIPLOIDE DE *Physalis ixocarpa* BROT. PRODUCIDA EN EL SUR DEL ESTADO DE COAHUILA

María Alejandra Torres Tapia[1*], Francisca Ramírez Godina[1], Leticia Escobedo Bocardo[1], Víctor Manuel Zamora Villa[1], Martha Alicia Jaramillo Sánchez[1]

[1] Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro No.1923. Buenavista, Saltillo, Coahuila. C.P. 25315. Tel. y fax (844)4110220.
[*] Autor Principal. E-mail: atorres_tapia@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

En las últimas dos décadas esta especie se ha consolidado como una de las principales hortalizas en México, ocupando el séptimo lugar de producción en el país y es un cultivo potencial en diferentes países de América y Europa (Santiaguillo *et al*., 1997) siendo también una de las principales hortalizas exportadas por nuestro pais teniendo una producción nacional de 700 mil toneladas. A pesar de la amplia variabilidad genética, tanto en el tomate silvestre como en el domesticado, el rendimiento medio nacional es de 15.58 t ha^{-1}, el cual se considera bajo, de acuerdo al rendimiento potencial de 40 t ha^{-1} esto debido a los bajos niveles de tecnificación, escasez de agua, de insumos agrícolas y de una semilla de calidad.

La investigación enfocada a la producción de semilla de materiales poliploides, en este caso tomate de cáscara tetraploide, es limitada, por lo cual este trabajo esta enfocado en obtener información relevante acerca de la cantidad y calidad de semilla producida a partir de materiaes tetraploides obtenidos con aplicación de colchicina. Los poliploides suelen presentar gigantismo y las células suelen ser mayores o de diferente forma, lo cual influye directamente en el peso del fruto. Sin embargo, como productores de semilla, los genotipos tetraploides estan en desventaja, Robledo y colaboradores citan que los tetraploides, comparados con los diploides, poseen baja fertilidad del polen, flores y granos de polen grandes, esto influye directamente en la producción de semillas pues sabemos que sin una polinización adecuada no contaremos con una gran cantidad de semillas; las semillas de tetraploides tienen un mejor desarrollo pues al ser plantas de comportamiento más tardío, se puede tener mayor crecimiento radical e índice de área foliar, que les permite mayor capacidad de absorción y síntesis de metabolitos secundarios como las vitaminas (Robledo *et al.,* 2012).

Aunado a la suma importancia en la producción de tomate y otros cultivos, es la utilización de los potencializadores del crecimiento, sustancias que afectan positivamente a las semillas para que esta tenga una mejor germinación, y emergencia; como es el caso de las bacterias del género *Bacillus*, que han sido ampliamente estudiadas y aplicadas como tratamiento biológico a

semilla para brindar a estas una ayuda en su proceso metabólico y así obtener plántulas de calidad, con una formación adecuada de su sistema radicular que le permita generar una planta sana y productiva, teniendo como objetivo la comparación de tetraploides y diploides de tomate de cáscara mediante su redimiento y calidad de semilla producida en el Sur del Estado de Coahuila.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se materiales genéticos evaluados fueron un diploide (Variedad Rendidora, testigo, G14) y trece genotipos tetraploides (del G1 al G13), seleccionados en base a rendimiento y calidad del fruto a los 90 días despúes siembra (madurez de fruto); donde el color del caliz fue café y opteniendo de 4 a 6 frutos por planta. Se extrajo la semilla de forma manual y se dejó secar sobre papel filtro por 7 días a temperatura ambiente de laboratorio (25 ±1ºC, con una HR de 38%), para su limpieza (acondicionamiento) fue mediante separación por peso con la ayuda de un soplador marca "South Dakota"; determinando el rendimiento a través de Peso de Semilla por Fruto (PSF) y Número de semillas por Fruto (NSF), así como la calidad física mediante Peso Volumétrico (PV) y el porcentaje de Semilla Pura (SP).

Los tratamientos a base de productos biológicos aplicados a los materiales genéticos de tomate de cáscara fueron dos productos comerciales: Serenade (*Bacillus subtilis*) y Sonata (*Bacillus pumilus*) a las concentraciones de 25, 50 y 75 %, teniendo un testigo con agua; determinando Porcentaje de Viabilidad (PV), Capacidad de germinación a través del porcentaje de Plántulas Normales (PN), Plántulas Anormales (PA) y Semillas sin Germinar (SSG) (ISTA, 2009); así como el vigor dado por la Longitud media de Radícula (LMR), Longitud media de Hipocotilo (LMH) y Peso Seco de plántula (PS). De cada genotipo se tuvieron tres repeticiones en un arreglo completamente al azar. Se realizaron análisis de varianza para cada variable, para determinar la existencia de diferencias en el comportamiento de los genotipos se realizó una prueba de comparación medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento de semillas**.** En el análisis de varianza resultante en las variables para calidad física, se encontró que existe una diferencia altamente significativa entre los genotipos evaluados en las variables NSF y PSF con un coeficiente de variación de 29.5 y 24.7 % respectivamente; sobresaliendo G14 (testigo), por arriba de todos los tetraploides teniendo 306 semillas por fruto, marcando que los poliploides obtenidos carecen de rendimiento significativo en la producción de semilla; posiblemente los factores que afectan a esta producción de

materiales estan relacionados con la polinización (Raigón 2010), si ésta fue deficiente dará una producción menor de semillas, que en los poliplodes se tuvieron desde 92 hasta 158 semillas por fruto. También se meciona que la fertilidad del polen en tetraploides es baja y los granos de polen son más grandes y pesados, lo que disminuye su capacidad como buen productor de semilla (Nakamura; citado por Robledo *et al.,* 2012) y por tanto mayor PSF (Bertin 2004), donde el testigo G14 siempre estuvo por arriba de los polipliodes, quienes tuvieron de 0.18 hasta 0.39 gramos el más alto, mientras que el testigo fue de 0.55 gramos de semillas por fruto.

Calidad física**.** El análisis de varianza para las variables de calidad física, sobresaliendo en Semilla Pura (SP) los polipliodes G9 (97.6%), seguido de G13 y G2 (97.5 y 95.9 % respectivamente) presentando un mayor porcentaje de semilla pura; mientras que el testigo (G14) se encontró en un lugar intermedio (93.6%), demostrando que a pesar de ser un material diploide con meiosis regular y por ende mejor productor de semilla (Robledo *et al.,* 2012). En la variable PV, los genotipos más sobresalientes G13 y G14 con 43.8 y 44.7 kg ha^{-1} respectivamente, siendo mayor el testigo, un genotipo que no ha sido modificado en su número cromosómico conserva buenas características en cuanto a producción de semilla, dicha caracteristica se reduce al ser un genotipo poliploide pués presentan una reducida fertilidad del polen y tienen menor producción de semilla (Ramsey & Schemske 2002).

Calidad fisiológica. En el análisis de varianza, se encontró una diferencia altamente significativa en las pruebas de viabilidad (con un CV de 1.1 %) y capacidad de germinación en todas las fuentes de variación genotipos, tratamientos y concentraciones, así como en algunas de las interacciones genotipo por concentración y la interacción de las tres fuentes (con un CV de 98.4 % en PN; 74.8 % en PA; y 25.6 % en SSG).

En la prueba de comparación de medias resultaron los poliploides G10, G12 y G9 con mayor porcentaje de viabillidad (99.66, 99.66 y 99 % respectivamente), este condición es de suma importancia, permite conocer el estado fisiológico en el que se encuentra la semilla, en comparación de Rendidora que se encontró en un nivel un intermedio de viabilidad con 74 %, al igual que otros poliploides como G1 y G3.

Los materiales genéticos estudiados presentaron baja germinación fisiológica, debido a diferentes factores tanto bióticos como abióticos, dado que todos los materiales presentaron un buen PV; sin embargo, es necesario mencionar que el decremento en la germinación mostrado en la prueba de comparación de medias, se debe en gran medida a los tratamientos y concentraciones aplicadas, pudiendo causar toxicidad en la semilla; el testigo (G14) tuvo una clara respuesta ante el resto de los genotipos, siendo el mejor con una media de 73 %, seguido de G4 (61 %) y G1 (55 %), mientras que G7, G10, G12, G13 con un rango de 25 a 17 % fueron

los más bajos en PN, indicando que la calidad de estos no es la deseada para un sistema de producción de semillas.

El polipliode G13 resulto con el menor número de anormalidades con 8 % seguido de G10, G7, G5 y G2 en un rango de 13 a 16 %, mientras que el testigo diploide (G14) presentó mayor número de plántulas anormales con 34 %; pero en SSG obtuvo el menor porcentaje (28 %), seguido de G1 (45 %) y G4 (39 %); cabe mencionar que los genotipos con mayor semillas sin germinar fueron G13, G12 y G10, debido a que estos materiales sufrieron mayor intoxicación causada por los tratamientos biológicos aplicados.

La aplicación de tratamientos biológicos a los materiales genéticos estudiados, resultó con un efecto negativo en la capacidad de germinación, resultando con mayor PN aplicando Sonata con 23 %, mientras que con Serenade tan solo 15 % teniendo un mayor nivel de toxicidad en las semillas por alcanzar hasta 64 % de SSG en comparación con Sonata que fue de 56 %. En cuanto a las concentraciones de tratamiento utilizadas en el experimento, a 25 % propició un aumento significativo en PN con 33 %, ya que a concentraciones de 0 y 50 % se encontró una reducción de la germinación con 18 % PN, mientras que a 75 % de concentración, causo un daño severo en la germinación llegando a obtener tan solo 6 % de plántulas normales.

En la interacción genotipos por tratamientos y concentraciones, los polipliodes G4 y G1 obtuvieron mejor respuesta con 82 y 74 % cada uno de PN, aplicando el tratamiento Sonata a 25 % de concentración, seguido de G14 quien obtuvo 70 %. Con respecto al tratamiento Serenade a esa misma concentración, G14 y G11 fueron los más sobresalientes con 65 y 60 %, lo cual no se descarta que también pueda ser tratamiento alterno para la producción de plántulas normales; mientras que en las concentraciones restantes la respuesta PN no fue mayor a 50 % (Figura 1).

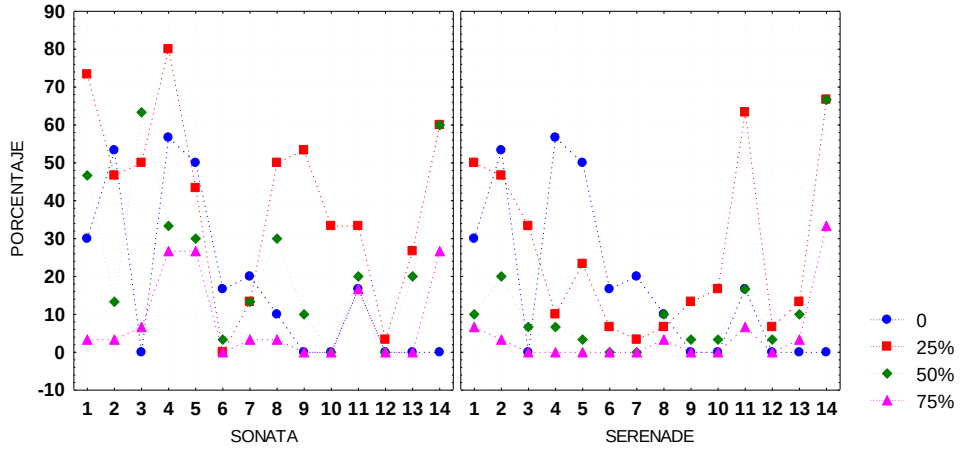


Figura 1. Respuesta de la interacción de genotipos, tratamientos y concentraciónes en Plántulas Normales (PN) bajo condiciones de laboratorio.

En la variable SSG, la concentración a 75% provocó mayor muerte en las semillas, seguida de la concentración a 50 % en ambos tratamientos, donde Serenade resultó ser el tratamiento con efecto más negativo. Sin embargo a la concentración de 75 %, sobresalieron G4 y G14 tratados con Sonata por obtener menor porcentaje de SSG.

En el análisis de varianza para las variables de vigor (LMR, LMH y PS), mostró diferencias altamente significativas en las fuentes de variación genotipo, tratamiento y concentración, así mismo en la interacción de las fuentes de variación, con un CV de 104.4 % (LMR) y de 80.5 % para LMH. El material genético Rendidora (G14), sobresalió en LMR con un promedio de 2.00 cm, seguido de G11 y G5 (1.88 y 1.83 cm), obteniendo menor longitud de radícula el poliploide G12 con tan solo 0.52 cm; mientras que en la variable de LMH, el testigo (G14) fue desplazado a un segundo lugar con 1.58 cm, por el tetraploide G5 con 2.17 cm en promedio, así mismo se obtuvieron tres materiales genéticos con menor longitud G10, G6 y C12 con 0.56, 0.56 y 0.41 cm respectivamente.

En la prueba de comparación entre tratamientos en las variables LMR y LMH, mostraron que también fueron mejor influenciadas por *B. pumilus* (Sonata), presentando un mayor crecimiento tanto en radícula con 1.55 cm y en la longitud de hipocotilo hasta 1.26 cm, mostrando así que el uso de los inoculantes biológicos como tratamientos de semilla surten efectos favorables sobre las plantas como el estímulo o promoción de crecimiento propiamente dicho, una más rápida implantación, mayor crecimiento de raíces (Fontantetto *et al.,* 2010); por ende en PS, con el mismo tratamiento (Sonata) resultó obtener los mejores pesos (11.9 mg/plántula).

El efecto de tratamiento beneficio a G14, obteniendo en LMR tratado con Serenade una longitud de 2.2 cm; mientras que el tetraploide G5 en LMH tuvo mejor respuesta con el tratamiento biológico Sonata hasta 3.0 cm de hipocotilo. En cuanto a las concentraciones, a 25 % de concentración se obtuvieron los mejores resultados en las variables con 2.04 cm en LMR; 1.6 cm en LMH y 17.2 mg plántula^{-1} en PS; mientras que a 0 y 75 % las respuestas de LMR fueron las más bajas desde 0.78 a 0.53 cm y en LMH de 0.88 a 0.51 cm, siendo a 75 % de concentración, el efecto fue negativo en el vigor; en cambio en la variable PS se obtuvó a 25 y 50 % de cocentración la mejor respuesta con 17.2 y 15.1 mg plántulas^{-1} respectivamente, a diferencia de la concentración a 0 % que resulto el peso más bajo con 3.6 mg plántula^{-1}.

En la interacción tratamiento por concentración, los polipliodes G1 y G3 resultaron con mejor respuesta de crecimiento radicular al aplicar Sonata al 25 y 50 % teniendo 4.4 cm (G1) y 5.2 cm (G3); es importante mencionar, G11 a pesar de haber tenido un porcentaje de PN debajo del 20 % tuvo en promedio un crecimiento radicular a 4.5 cm a la concentración más elevada (75 %). Mientras que G14 sobresalió al aplicar Serenade a 25 %, siendo el único con mayor respuesta

hasta 4.5 cm de longitud (Figura 2). Con respecto a LMH, el tratamiento Sonata produjó mejor respuesta en G3, G4, G5 y G14 por tener el mayor crecimiento vegetativo alcanzando un promedio arriba de 2.5 cm; sobresaliendo G5 con 3.5 cm en las concentraciones 25 y 50 %. El tratamiento con *B. subtilis* (Serenade), resultó menos efectivo para estimular el vigor de la semilla en LMH, ya que los materiales estudiados resultaron con valores inferiores, siendo G14 el vigor más alto con 2.0 cm; así mismo, es de resaltar que G5 a una concentración de 0 % (testigo con agua) fue el mejor en la respuesta hasta con 3.0 cm de LMH (Figura 3).

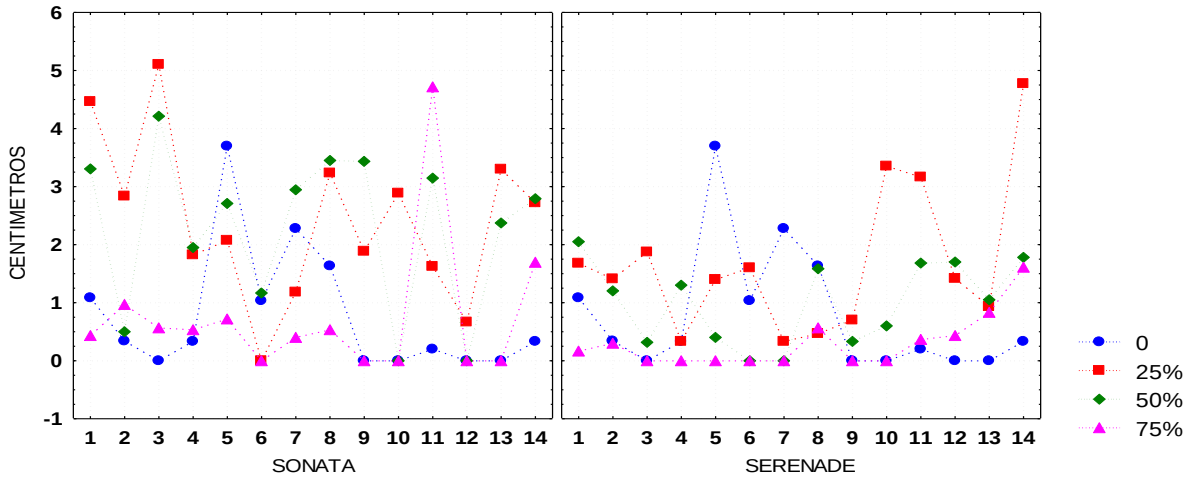


Figura 2. Respuesta de la interacción de genotipos, tratamientos y concentraciónes para pruebas de vigor en LMR bajo condiciones de laboratorio.

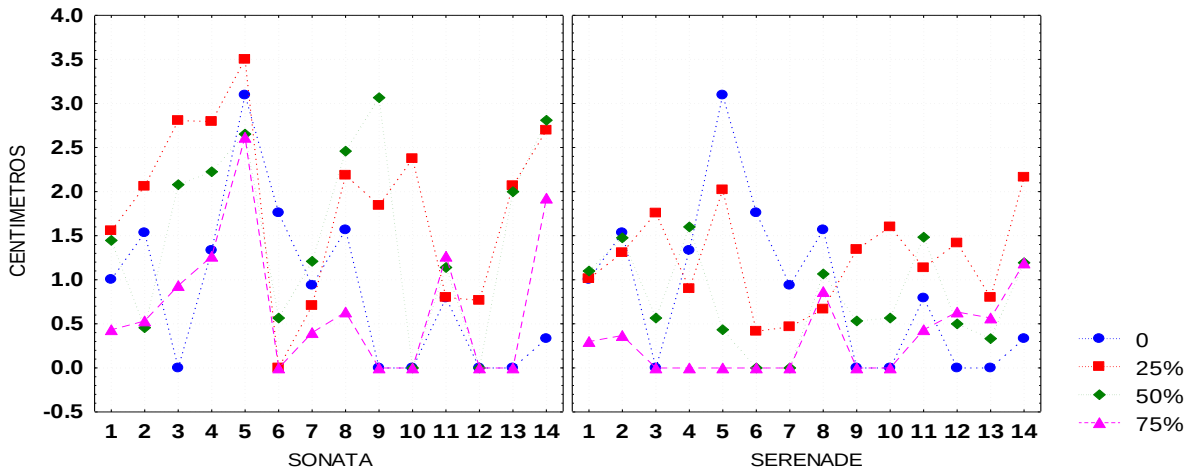


Figura 3 Respuesta de la interacción de genotipos, tratamientos y concentraciónes para pruebas de vigor en LMH bajo condiciones de laboratorio.

CONCLUSIONES

- El diploide Rendidora en comparación a los tetraploides, resultó tener el mejor rendimiento de semillas a través del peso de semillas por fruto y número de semillas por fruto; así como la mejor calidad física mediante el peso volumétrico seguidos de los tetraploide G13, G7 y G4, pero siendo mejor siempre Rendidora.
- Algunos de los materiales tetraploides, a pesar de tener menos rendimiento de semillas (cantidad de semillas) presentaron mayor calidad fisiológica que el material diploide Rendidora, sobresaliendo G4 y G5 en su porcentaje de viabilidad, plántulas normales y anormales, así mismo en su vigor en la longitud media de radícula e hipocotilo.
- El tratamiento a base de bacterias *Bacillus pumilus* (nombre comercial, Sonata) aplicado como tratamiento a semilla fue el mejor en obtener mayor respuesta en la germinación fisiológica y en el porcentaje de plántulas normales, así como en el vigor en la longitud media de radícula e hipocotilo.
- La concentración a 25 %, se encontró como las más óptima por obtener los mejores resultados en la germinación fisiológica en algunos materiales tetraploides así como para el diploide y en el porcentaje de plántulas normales, también logró dar el mayor vigor mediante longitud media de radícula y longitud media de hipocotilo además de una mayor respuesta en el peso seco de la plántula.

BIBLIOGRAFÍA

Bertín, O.D. 2004. Componentes de rendimiento y producción de semilla de raigrás anual, INTA EEA . PP 45.

Fontanetto, H., Keller, O., Gambaudo, S., Sosa, N., Belotti, L., Negro, C. & Boschetto, H. 2010. Efecto de un promotor biológico del crecimiento vegetal y de la fertilización en trigo. INTA EEA Rafaela, Publicación Miscelánea, 116, 50-56.

ISTA (International Seed Testing Association). 2009. International rules for seed testing. Bassersdorf, CH-Switzerland.

Ramsey, J, Schemske DW 2002. Neopolyploidy in flowering plants. Annual Review Ecology and Systematics 33: 589-639.

Robledo, V.; Jiménez S., Benavides M., Ramírez G.; 2012. Calidad de fruto de genotipos tetraploides de tomate de cáscara (Physalis ixocarpa Brot.). *Universidad y ciencia*, vol.28, n.2. 153-161 P.p 157

Santiaguillo, H., J. F.; Cervantes S., T.; Peña L., A. 2004. Selección para rendimiento y calidad de fruto de cruzas planta x planta entre dos variedades de tomate de cáscara. Revista Fitotecnia Mexicana 1(27): 85-91.

RENDIMIENTO Y CARACTERES SECUNDARIOS DE HÍBRIDOS DE MAÍZ EN DIFERENTES NIVELES RIEGO

Oralia Antuna Grijalva*[1], José Miguel Gómez Cervantes[1]; Armando Espinoza Banda[1], José Luis Coyac Rodríguez[1]; Yeni Llaven Valencia[2] y [1]Anselmo González Torres

[1]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, Apartado Postal 940, C.P. 27054, Torreón, Coah., Tel: 01 (871) 7 29 76 75. [2]Campo Experimental Valle del Fuerte INIFAP, Carretera Internacional México-Nogales Km 1609, Col. Juan José Ríos, C.P. 81110, Guasave, Sin., Tel: 01 (687) 8960320.
**Autor para correspondencia: oantuna_77@hotmail.com*

INTRODUCCION

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) ha evaluado características secundarias con el fin de establecer cuan útiles son en un programa de mejoramiento de tolerancia a sequía, pero pocas de las mencionadas han sido utilizadas Banziger *et al.*, 2012).

Esta información es relevante porque las etapas de desarrollo de los cultivos presentan condiciones de sensibilidad particular frente al estrés hídrico. En el caso del maíz, la floración es una fase decisiva en la determinación del rendimiento final, razón por la cual las condiciones climáticas que acompañan su ocurrencia son utilizadas de manera particular con fines de pronóstico (Debate y Murty 198.) o para evaluar el impacto de la sequía (Mazzilli, 2012).

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en Tlaltizapán, Mor., en la Estación Experimental del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), localizada entre 18°41' de L. N. y entre 99°07' de L. O., a 945 msnm de altitud. El clima es subtropical y húmedo caluroso con invierno poco definido, con la mayor sequía al final del otoño, invierno y principios de primavera. La temperatura media mensual es de 23°C, con precipitación media anual 840 mm. La siembra se hizo el 19 de noviembre de 2014, se evaluó la respuesta de 16 genotipos de maíz a niveles diferentes de riego (riego normal, riego intermedio y riego reducido). Para determinar el momento y la duración del riego se realizaron muestreo de humedad mediante sensores especializados (PR2 y HH2 "Delta-T Devices") ubicados estratégicamente en los ensayos que indicaban el estado de humedad del suelo a diferentes profundidades (100, 200, 400, 600 y 1000 mm). Los tratamiento se distribuyeron en un diseño de randomización (aleatorización) en bloques incompletos; se establecieron tres tratamientos (niveles de humedad) con tres repeticiones por tratamiento con 16 genotipos por repetición, la parcela experimental (plot) consistió en dos surcos de 4.5 m de longitud cada uno con una separación entre surco de 0.75 m y de 0.20 m entre planta y planta. Se evaluó el rendimiento de grano, las características secundarias de estimación de la cobertura vegetal (NDVI) y el contenido de clorofila (SPAD).

Todos los datos tanto de análisis y ajustes, así como los coeficientes de correlación lineal fueron analizados con el programa computacional Excel.

RESULTADOS Y DISCUSION

Relación entre NDVI y rendimiento para la condición de riego normal

De acuerdo a la dispersión que presentan los datos se observa que existe una correlación positiva y significativa entre estas dos variables, excepto para la toma A donde no existe correlación y esto puede deberse a que la variable se midió en una etapa muy temprana del cultivo, cuando todos los híbridos presentaron prácticamente las mismas características. Esto indica que en etapas más avanzadas del cultivo el NDVI puede ser utilizado como una herramienta de predicción de rendimiento, en condiciones óptimas de cultivo (Figura 1). Los resultados indican que los valores de NDVI aumentan con el avance en las etapas fenológicas de maíz y presentan una leve descenso para las últimas tomas debido a que las hojas presentan niveles de senescencia y esto se refleja en los niveles de reflectancia, también se observa que junto con los valores de NDVI también aumenta el coeficiente de correlación conforme avanza el desarrollo del cultivo.

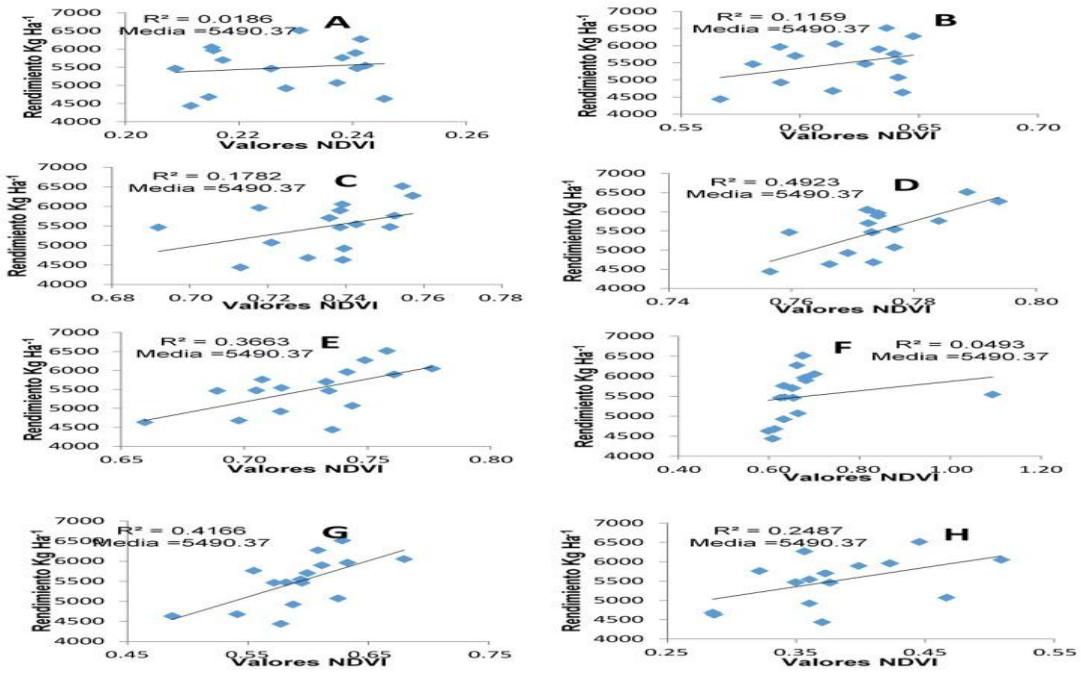


Figura 1. Relación de rendimiento en función del NVI a los 21 (A), 35 (B), 45 (C), 50 (D), 92(E), 106(F), 120 (G) y 134 (H) días después de la siembra en riego normal.

Relación entre NDVI y rendimiento para la condición de riego intermedio

Se observa la relación entre el rendimiento y el NDVI de los híbridos a los 21, 35, 45, 50, 92, 106 y 120 DDS, el valor de la correlación aumento en las primeras tres tomas con respecto a las del tratamiento de riego normal, pero disminuye drásticamente en las siguientes cuatro (Figura 2).

La disminución en las últimas cuatro tomas se debe posiblemente a que el estrés provocado por déficit hídrico acelera la senescencia foliar y dado que las tomas se realizaron en la misma fecha para todos los tratamientos, las plantas que se encontraban en condiciones de estrés presentaron mayor cantidad de hojas secas y por lo tanto menor reflectancia. En este tratamiento sobresale puntualmente el hibrido “LPSC7F64”, y le siguen en producción los híbridos “DTMA 235” y “DTMA 238”.

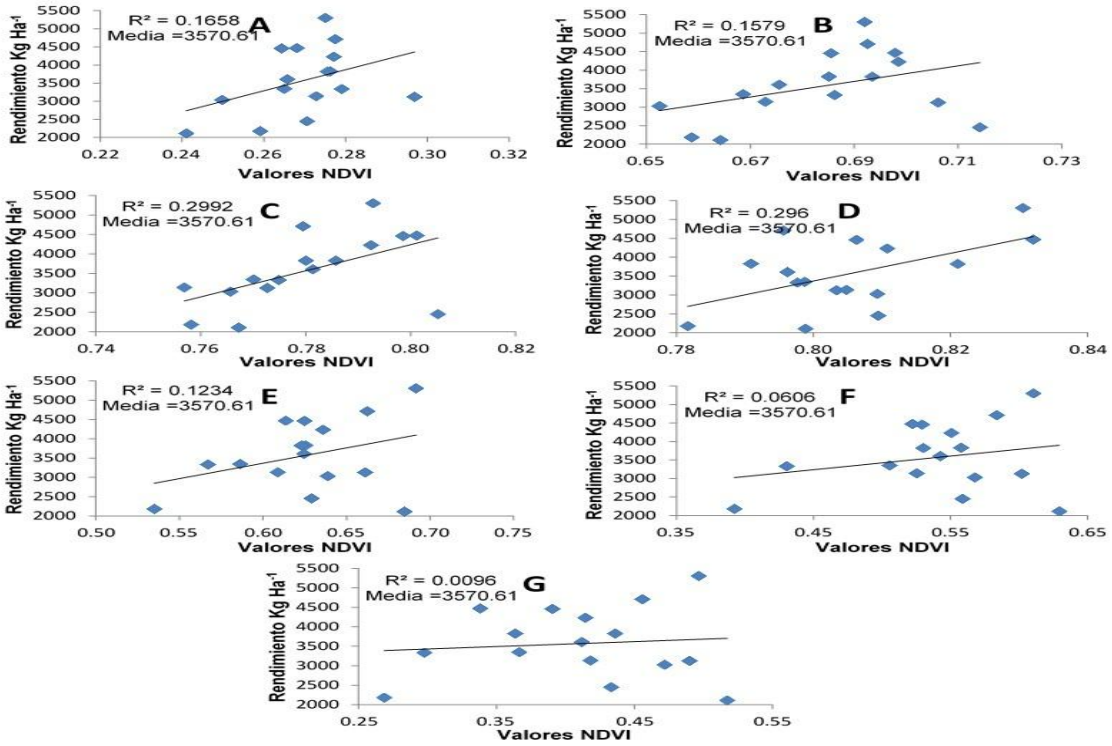


Figura 2. Relación del rendimiento en función del NVDI a los 21(A), 35(B), 45(C),50(D), 92 (E), 106(F) y 120 (G) días después de la siembra.

Relación entre NDVI y rendimiento para la condición de riego reducido

El valor de NDVI así como la correlación disminuye respecto al encontrado en los tratamientos riego normal y riego intermedio. También se observa que excepto para la cuarta toma “D”, en la totalidad de ellas no existe correlación entre estas dos variables, lo cual se puede deber a que en este tratamiento las hojas presentaron alto grado de enrollamiento por lo cual al realizar la

toma no resultaba tener alta reflectancia. Para este tratamiento sobresalen los híbridos “DTMA 238”, “DTMA 237” y “DTMA 235” de los cuales el primero y el tercero, coinciden con los encontrados en el tratamiento de riego intermedio (Figura 3).

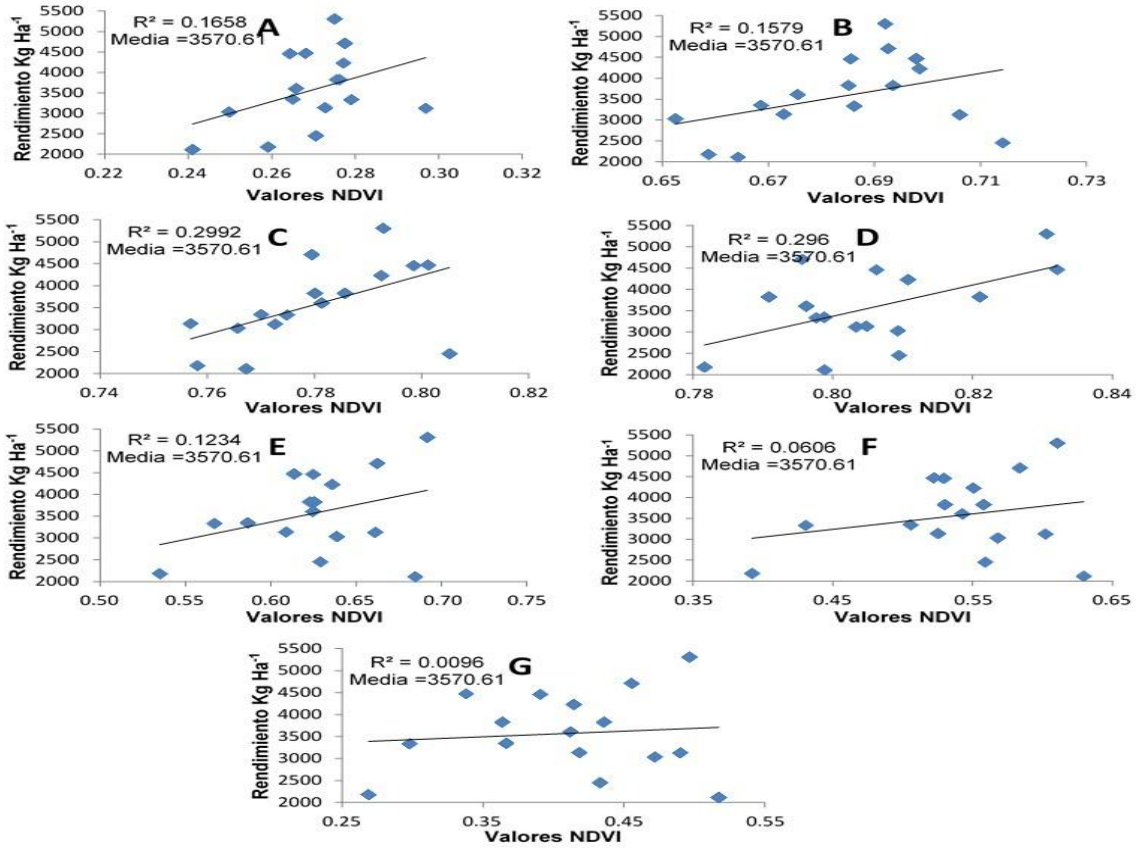


Figura 3. Relación del rendimiento en función del NVDI a los 21(A), 35(B), 45(C), 50(D), 92(E), 106(F), 120(G) días después de la siembra, para riego intermedio.

Relación entre el rendimiento y el contenido de clorofila (SPAD) para riego normal

En la Figura 4 se presenta la relación que existe entre el rendimiento y las unidades SPAD de los híbridos a la 2ª(A), 4ª(B), 6ª(C) y 8ª(D) semana después de la floración. Se observa que en las primeras tres tomas no existe correlación significativa entre las variables evaluadas y que solo en la última toma “D” se observa que la correlación aumenta ligeramente.

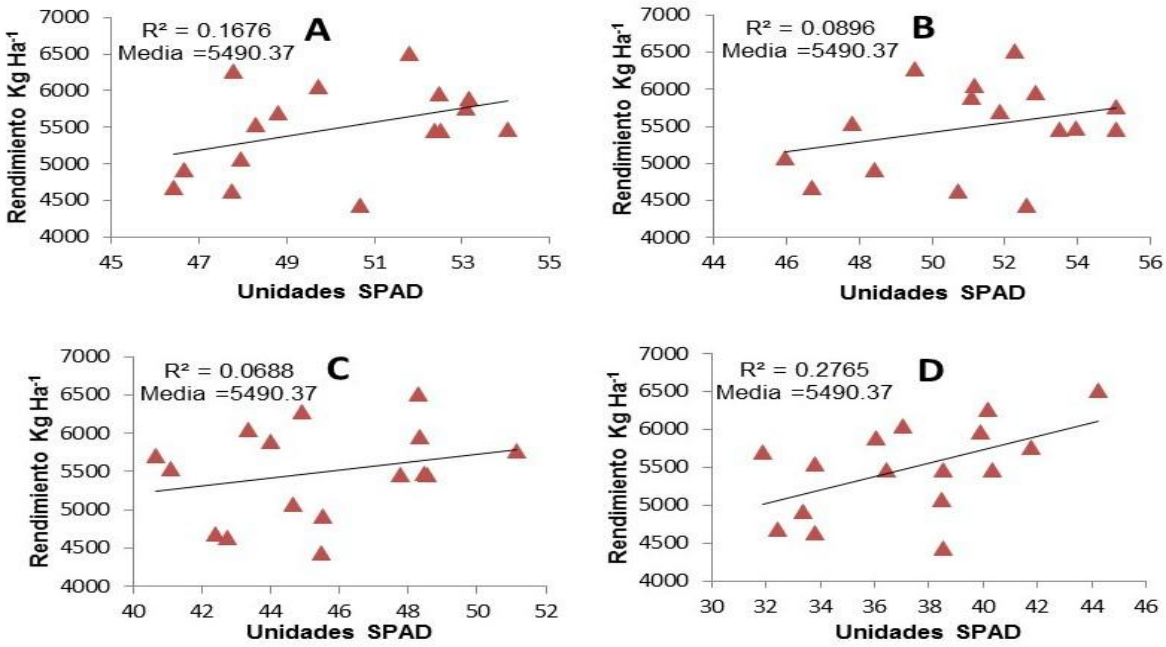


Figura 4. Relación entre rendimiento y contenido de clorofila (SPAD), evaluados en la 2ª (A), 4ª(B), 6ª(C) y 8ª(D) semanas después de floración para riego normal.

Relación del rendimiento y el contenido de clorofila (SPAD) para el tratamiento de riego intermedio

Se observa que en la primera medición de esta variable existe una correlación altamente significativa entre estas dos variables, además de que el contenido de clorofila en esta etapa afecto considerablemente el rendimiento ya que se encontraron híbridos con alto contenido de clorofila y altos rendimientos y a su vez los que presentaban menor contenido de clorofila fueron los de menor rendimiento. En las siguientes tres tomas se encontró que la cantidad de clorofila disminuye y junto con ella el valor de la correlación, esto es provocado por el déficit hídrico y por la elevada senescencia que presentan las plantas para este tratamiento.

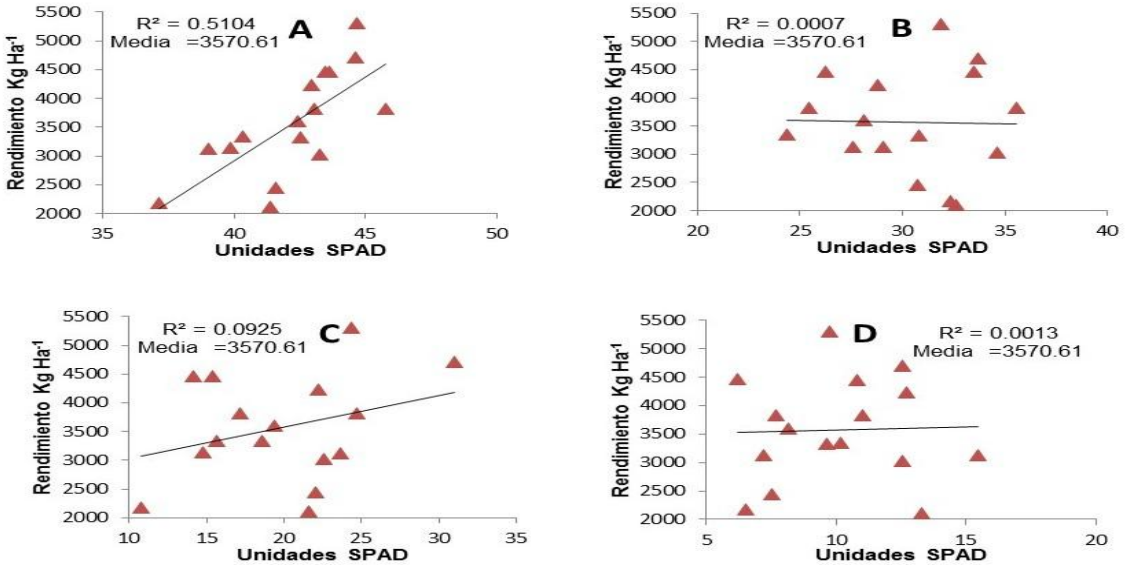


Figura 5. Relación de rendimiento y contenido de clorofila (SPAD) evaluadas en la 2ª (A), 4ª(B), 6ª(C) y 8ª(D) semanas después de floración para riego intermedio.

Relación del rendimiento y el contenido de clorofila (SPAD) para el tratamiento de riego reducido

La correlación observada entre el rendimiento y el contenido de clorofila (SPAD) a la 2ª(A), 4ª(B) y 6ª(C) semana después de la floración, donde se aprecia que no existe correlación significativa entre estas dos variables. También se observa que la cantidad de clorofila o unidades SPAD tiene una reducción con respecto al encontrado en los otros dos tratamientos, esto debido principalmente a la intensidad del estrés, ya que las plantas al estar sometidas al déficit hídrico aceleran la senescencia y traslocan los nutrientes rápidamente hacia la mazorca, resultando esto en hojas más secas y por ende menor contenido de clorofila. Se aprecia que el contenido de clorofila en este tratamiento no interfiere considerablemente en el rendimiento pues se encontraron híbridos con valores máximos de SPAD y el menor rendimiento. A su vez se encontraron híbridos con valores mínimos de SPAD y los mejores rendimientos.

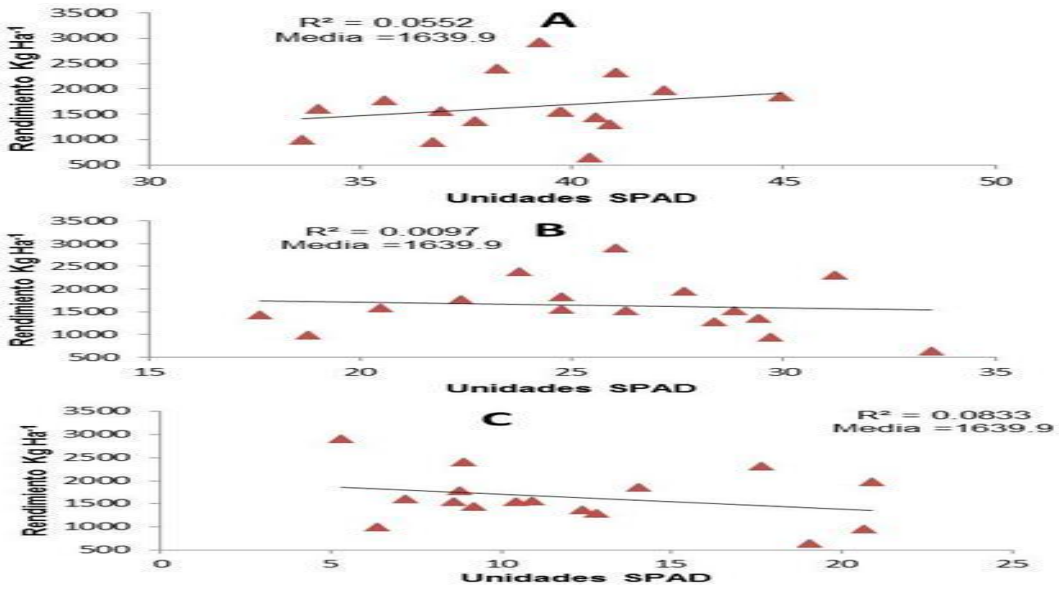


Figura 6. Relación de rendimiento y contenido de clorofila (SPAD), evaluados en la 2ª(A), 4ª(B) y 6ª(C) semana después de floración.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran que la relación entre el rendimiento y NDVI en las diferentes etapas de desarrollo para el tratamiento de riego normal resulto ser positiva, en tanto para los tratamientos afectados por estrés se observó que la correlación disminuyo significativamente. Entre rendimiento y SPAD se observó que no existe correlación para el tratamiento de riego normal, mientras que para los tratamientos con estrés se detectó que solo existe correlación en la primera toma cuando el cultivo apenas termina la floración.

En general se observó que la correlación entre el rendimiento y las variables evaluadas disminuye conforme aumenta el estrés.

BIBLIOGRAFIA

Banziger, M. Edmeades, G.O. Beck, D. y Bellon, M. 2012. Mejoramiento para aumentar la tolerancia a sequía y a deficiencia de nitrógeno en el maíz: De la teoría a la práctica: México, D.F.: CIMMYT.

Debata, A. y Murty, K.S. 1983. Effect of foliar application of nitrogen, phosphorus and potassium salts on flag leaf senescence in rice. Agric. Sci. Dig. 1: 23-26.

Mazzilli, S. 2012. Fisiología “maíz y sorgo”. Curso de fisiología de cultivos 2012. México, DF.

EVALUACIÓN DE ESCARIFICACIÓN EN *Phaseolus vulgaris* silvestre BAJO DISTINTOS TIPOS DE ALMACENAMIENTO

Susana Elizabeth Ramírez Sánchez[1], Cecilia Elena Meléndez Aceves[1], Ana Cristina,Pablo Tolentino[1], Marco Alejandro Pérez Castilleja[1], Ricardo Barrera Tovar[2]

[1]Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, [2]INIFAP Campo Experimental La Laguna, elyrasjoalney@gmail.com

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia se han cultivado alrededor de 7000 especies de plantas para el consumo humano. La interacción entre el hombre y el ambiente ha resultado en el desarrollo de un inmenso número de variedades adaptadas a diferentes ecosistemas, las que han constituido la base de la alimentación humana. (Villalobos, (González-Arano, 2013*).*

La conservación de los recursos genéticos de las plantas se apoya en el uso complementario de estrategias *in situ* y *ex situ*. Hoy en el mundo existen numerosos bancos de germoplasma y jardines botánicos en que 7.4 millones de accesiones se conservan ex situ, la mayoría de las cuales son de cultivos de uso alimentario, como cereales y leguminosas. Las plantas que producen semillas ortodoxas pueden ser almacenadas a largo plazo con bajos contenidos de humedad y a bajas temperaturas en los denominados “bancos de semillas”. Sin embargo, se debe concer la técnica adecuada de germinación, pues al analizar la calidad de las mismas, se puede caer en errores, es por eso que cada especie debe contar con técnicas específicas de análisis, como lo son las técnicas de escarificación, pues no todas las especies responden favorablemente a una técnica general de escarificación, esto, en el caso de aquellas que presentan testa dura (González-Arano, 2013*).*

Las técnicas de escarificación van desde una escarificación física, que comprende el lijado de la testa, el corte de la misma, hasta la utilización de técnicas criogénicas, para fracturar la testa con el uso de nitrógeno líquido (González-Arano, 2013*).* En el caso de especies de importancia alimentaria, están bien estudiados los procedimientos para evaluar la calidad de las mismas, no así, para especies silvestres con potencial alimentaria, es el caso de *Phaseolus vulgaris* silvestre, especie colectada por investigadores, la cual, posee potencial por sus cualidades nutritivas, es por eso, que es necesario estudiar las técnicas para su evaluación, maxime cuando son accesiones de un banco de germoplasma.

El objetivo general de esta investigación fue aplicar dos tipos de escarificación en semillas de *Phaseolus vulgaris;* el *o*bjetivo específico fue evaluar el efecto bajo distintos tipos de almacenamiento, y de manera específica evaluar la calidad fisiológica (germinación y viabilidad) de *Phaseolus vulgaris*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material biológico fue obtenido del Centro Nacional de Recursos Genéticos del INIFAP, que a su vez, fue depositado por el Banco de germoplasma del Campo Experimental Valle de México. Las semillas fueron analizadas al ingresar al banco de germoplasma, por lo que se contaba con datos previos de la calidad fisiológica del lote de semillas utilizado.

Con la finalidad de analizar los efectos de las técnicas de escarificación, se aplicaron en el lote de semillas las pruebas de calidad pertinentes. De la misma forma, se obtuvieron 3 diferentes contenidos de humedad (CH) para evaluar al mismo tiempo, el efecto combinado de la escarificación, el CH y los diferentes tipos de almacenamiento. Los sitios de almacnaje fueron a medio ambiente, en cámaras frías (20 ºC) y almacenamiento en nitrógeno líquido.

1. Contenido de humedad
    - Se peso 1gr de semilla
    - Se contó el número de semilla que se presentaba en el gramo
    - En un molino se colocó el gramo
    - La mezcla triturada se colocó en una charola de la termobalanza previamente calentada a una temperatura de 30°C con un tiempo entre 10 y 15 minutos.

2. Determinación de Peso Seco de la semilla (secado)
    - Se tomaron 4 vasos de precipitado para realizar mediciones de peso.
    - En dos vasos se colocó la misma cantidad de semilla tomando en cuenta la cantidad contada de la semilla, y en los dos vasos restantes no se les agrego nada.
    - Se utilizaron 2 hornos para secar la semilla de frijol a una temperatura de 40°C. En el primer horno se colocaron dos vasos de precipitado, uno sin semilla y otro con la semilla pesada. En el segundo horno se colocaron de igual forma los 2 vasos de precipitado uno vacio y otro con semilla. Los cuatro vasos se ingresaron al mismo tiempo y a la misma temperatura y se anoto el tiempo inicial.
    - Se tomaron registros del peso de los vasos y se anotaron cada 30 minutos hasta llegar al dato deseado, el cual se calculó con la siguiente fórmula para la determinación del peso de la semilla:

$$P.F.S = P.I.S \times \frac{(100 - C.H.I)}{(100 - C.H.O)}$$

P.F.S = Peso final de las semillas

P.S.I = Peso inicial de las semillas

C.H.I = Contenido de humedad inicial

C.H.O = Contenido de humedad objetivo

3. Prueba de Viabilidad con Tetrazolio
    - Se ocuparon 100 semillas utilizadas en la prueba de Rayos X
    - A las 100 semillas se les realizó una escarificación.
    - Se colocaron en un vaso de precipitado con suficiente agua para cubrirlas por completo y se quedaron sumergidas durante 20 horas.
    - Transcurrido el tiempo se retiraron del agua y en otro vaso de precipitado se colocaron con la solución de Tetrazolio a 1% cubriendo de igual forma toda la semilla.
    - Se colocó en un horno durante 4 horas a una temperatura constante de 40°C
    - Se retiro el vaso del horno y se elimino el agua de tetrazolio. Se lavo la semilla con agua corriente (tres veces sin dejarla a chorro de agua)
    - Teniendo la semillas sin agua se procedió a tomar con unas pinzas cada una de éstas y se les realizo un corte.
    - El corte se realizo de forma longitudinal y se colocó en una caja de germinación con un papel filtro, y de ésta forma se acomodo colocando los cotiledones hacia el aire libre.
    - De ésta forma se apreció la tinción de cada una de las semillas

4. Germinación
    - Se utilizaron 100 semillas en 4 repeticiones de 25.
    - Se escarifico cada una de las semillas para que tuvieran una mejor imbibición y así aumentar el porcentaje de germinación.
    - Se sanitiso el área de trabajo. Estando limpia el área de trabajo se procedió a poner 3 sanitas como base. Las tres sanitas se humedecieron y se colocaron 25 semillas con ayuda de una plantilla. A éste método se le conoce como “método entre papel” (Manual ISTA, 2005;…….pag 68)
    - Se comenzó a enrollar la sanita y se colocó en un bote de 1 litro.
    - Se realizó el procedimiento con las 3 repeticiones restantes y se colocaron junto con la primera en el bote de 1 litro de capacidad.

- El recipiente se colocó en una cámara de germinación y se manipulo a una temperatura de 25-27°C, 60% de Humedad, Luz media, Lluvia de cada 16 horas durante un tiempo de 9 días.
- Se realizaron mediciones todos los días en donde se desenvolvió la sanita y se procedió a contar el número de semillas normales, anormales, muertas, frescas y duras.

5. Escarificación
    - La primer técnica fue escarificación manual, al cortar semilla por semilla en la línea del hilio, sin tocar al embrión.
    - En la segunda técnica se colocaron las semillas en nitrógeno líquido directo.

Posterior a la escarificación, se aplicaron las pruebas de calidad nuevamente, para observar el cambio en la calidad (germinación y viabilidad) de las semillas tratadas. Aunado a esto, se realizaron mediciones antes y después de la morfometría de la semilla, tomando como variables, el área, el perimetro, largo y ancho, para detectar cambios al aplicar los tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Después de la evaluación de rayos X, se analizó el porcentaje de semillas llenas, vanas o con algún daño fisico (Tabla 1) y se obsrvó que la calidad, bajo esa prueba era baja, pues se encontró un bajo porcentaje de semilla llena. Estos resultados concuerdan con el porcentaje inicial de germinación, que fue de 68%.

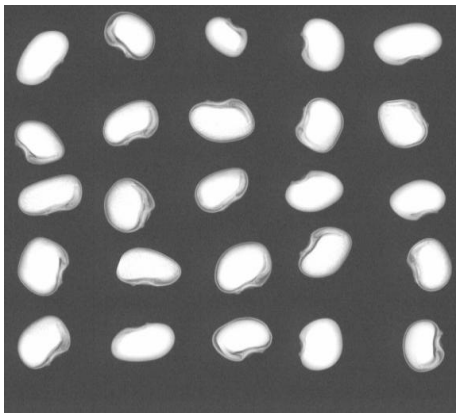


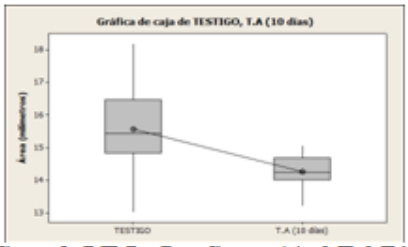
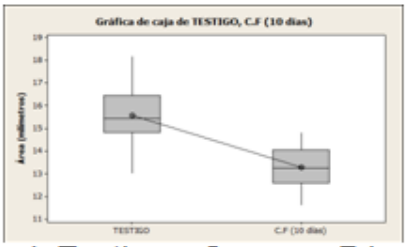
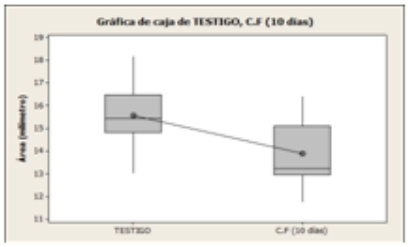
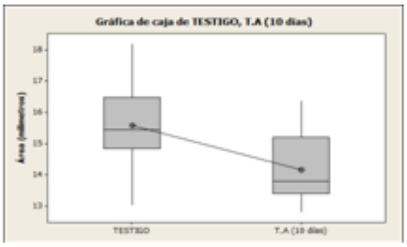
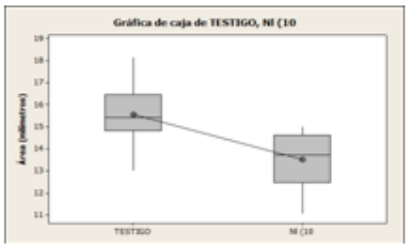
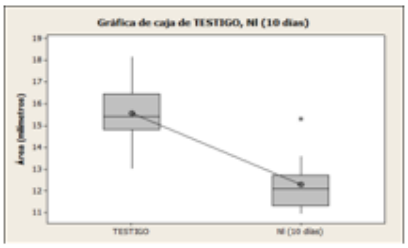
Figura 1. Radiografía de *Phaseolus vulgaris*

Evaluaciones	%
Semillas llenas	67
Semilla dañadas por insecto	3
Semillas vacias	0
Daños fisicos	30

Tabla 1. Estado fisiológico de la semilla

Los resultados muestran diferencias significativas en los tres CH (Tabla 2) solo para la variable de área, los demás parámetros evaluados, no muestran diferencias significativas. Esto puede deberse a que aún al estar en almacenamiento y haber sido sometidas a un proceso de seacado, las semillas buscan estar en balance hídrico con el ambiente (Pérez y Pita, 2001; Pérez y Acosta, 2002), por lo que perdieron agua, y con esto su área disminuyó.

Tabla 2. Diferencias significativas en el área de la semilla a diferentes CH y almacenamiento

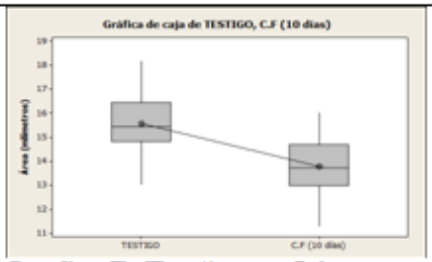
% de Humedad 8.57	6.54% Humedad
	
Grafica { SEQ Grafica_ * ARABIC }. Testigo y temperatura ambiente a los 10 días.	Grafica 4. Testigo y Camaras Frias a los 10 días.
	
Grafica { SEQ Grafica_ * ARABIC }. Testigo y cámara fría a los 10 días.	Grafico 5.Testigo y Temperatura ambiente a los 10 días.
	
Grafica { SEQ Grafica_ * ARABIC }. Testigo y nitrógeno líquido a los 10 días.	Grafica { SEQ Grafica_ * ARABIC }. Testigo y nitrógeno líquido a los 10 días.

La siguiente tabla (3) muestra los resultados para el CH de 6.94%, en el que también se observa el cambio significativo en el área de la semilla de los tres tipos de almacenamiento.

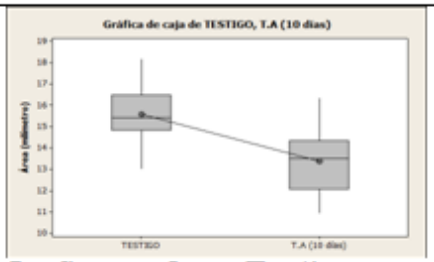
Al mismo tiempo, lo encontrado en las pruebas de viabilidad (Gráfica 1), muestran que la escarificación aplicada aumentó el porcentaje de viabilidad, esto pudo deberse a que el reactivo

no penetraba del todo con solo la escarificación manual, en cambio, al combinarla con la escarificación en nitrógeno líquido, esta, aumentó hasta en elagunso casos, el 80% (Pérez y Pita, 2001; Pérez y Acosta, 2002).

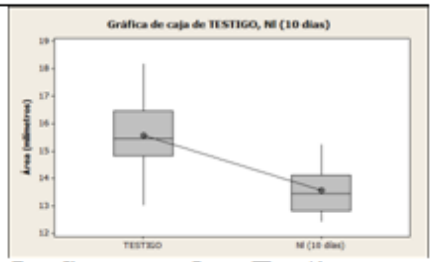
Tabla 3. Diferencias en el área con un 6.94% humedad



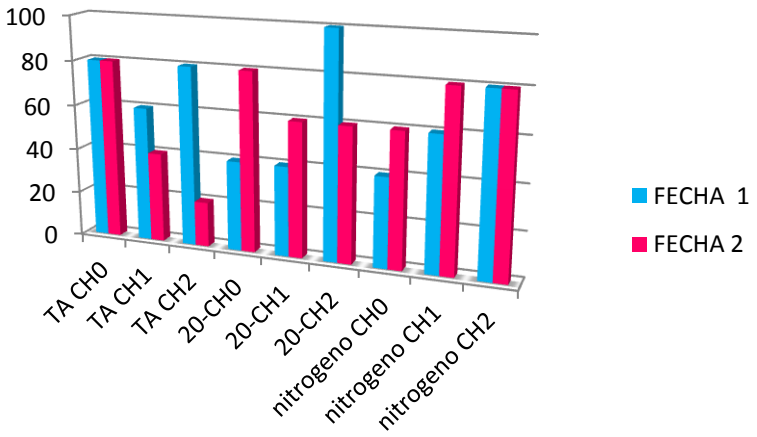
Grafica7. Testigo y Cámaras Frías a los 10 días



Grafica 8. Testigo y temperatura ambiente a los 10 día.



Grafica 9. Testigo y nitrógeno líquido a los 10 días.



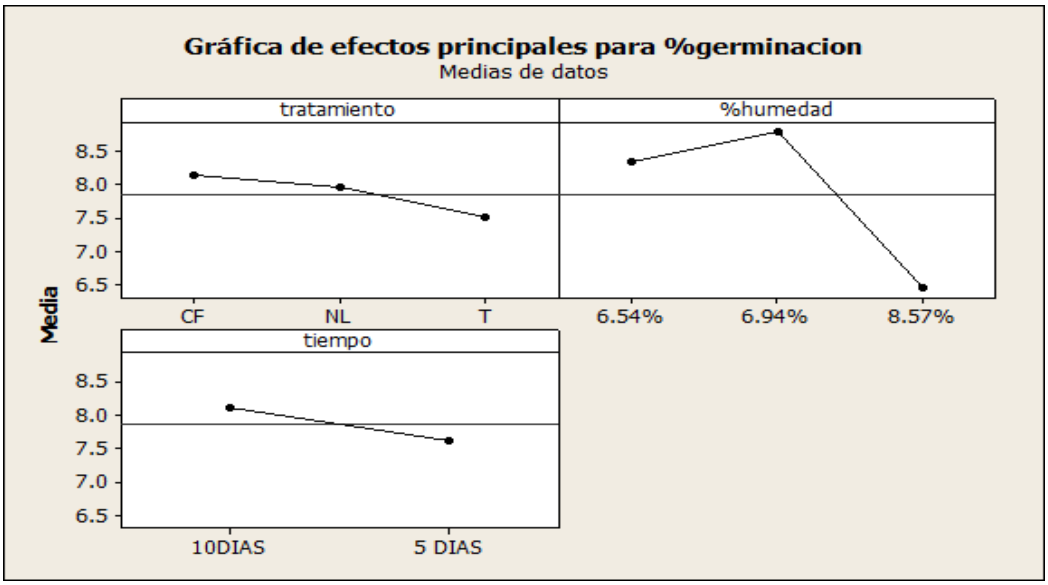
Grafica 1. Porcentaje de los tratamientos con tetrazolio

Se puede observar una disminución en el porcentaje de germinación (Gráfica 2), en el tratamiento de temperatura ambiente, pasados 10 días, al igual que el tratamiento de -20 ºC con un porcentaje de humedad de 6.94%, en el que se elevo el porcentaje de germinación en nitrógeno liquido.

Como se muestra en la grafic 2, en el tratamiento, el porcentaje de germinación de estos no hay diferencia significativas entre estas, sin embargo en el grafico de % CH, obervandose así que el CH de 6.94% es el que muestra mayor germinación, con respecto al tiempo en el grafico tres se

observa que tampoco existe diferencias significativas en que lo dejes 5 días o 10 días en los tratamientos.

El análisis estadísitco para la interacción entre todas las variables, muestra que no hay diferencias significativas entre estas.



Grafica 2. Comparación de Tratamientos, Humedad, Tiempo con el porcentaje de Germinación

CONCLUSION

Se puede concluir que el tratamiento de escarificación en combinación con almacenamiento en nitrógeno líquido y el CH de 6.94% son los más adecuados para este lote de semillas, ya que esta combinación aumentó el porcentaje final de germinación para *Phaseolus vulgaris* silvestre

BIBLIOGRAFÍA

Gonzalez-Arano, M.T. 2013. *Crioconservacion de plantas en América Latina y el Caribe.* Facultad de Ciencias Quimicas de OrizabaUniversidad Veracruzana, México, Florent Engelmann Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD-UMR DIADE), Francia Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), pp-9

Pérez G., F. y J.M. Pita V. 2001. *Viabilidad, vigor, longevidad y conservación de semillas.* Hojas Divulgadoras de la Universidad Politécnica de Madrid. Num. 2112 HD. http://www.educarm.es/templates/portal/ficheros/websDinamicas/20/conservaci%C3%B3n%20semillas.pdf

Pérez, H., P. y J.A. Acosta, G. 2002. Permeabilidad de la testa y la porción micrópilo-hilio en semilla de frijol silvestre y cultivado. *Revista Fitotecnia Mexicana,*enero-marzo, 57-63. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47544311

ISTA. 2005. Asociación Internacional de Ensayos de Semillas. Manual de análisis de semillas.

MODELADO NUMÉRICO DE INCLUSIONES ELÍPTICAS DE SiC, TiB_2 y WC EN UN CUERPO SUBSOLADOR AGRÍCOLA

Francisco Garibaldi Márquez[1], José María Rodríguez Lelis[2]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Pabellón. km. 32.5 Carretera Aguascalientes-Zacatecas. Pabellón de Arteaga, Ags, México. garibaldi.francisco@inifap.gob.mx. [2]Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Interior Internado Palmira S/N, Col. Palmira, Cuernavaca, Morelos, México.

INTRODUCCIÓN

Los cuerpos subsoladores están fabricados con acero estructural y trabajan bajo altos niveles de fuerza de reacción del suelo (Topakci *et al*., 2010; Kees, 2008). Las fuerzas externas sobre un material ocasionan esfuerzos internos para lograr el equilibrio (Hibeler, 2006), por lo que los diseñadores deben asegurar la resistencia de los desarrollos para evitar fallas en la operación, resultando en muchos casos equipos de gran peso y volumen.

Con los materiales compuestos es posible obtener propiedades mecánicas y físicas mejoradas respecto a los materiales monolíticos convencionales (Chawla y Shen, 2001; Rosso, 2006; Meena, 2013). Algunos de estos materiales resultan de baja densidad, y mantienen o incluso incrementan su resistencia. Tal sería el caso de los materiales con inclusiones elípticas, los que fueron analizados analíticamente por Eshelby (1957), Mori-Tanaka (1973) y Kachanov (1980). La importancia del estudio inclusiones embebidas en una matriz, es que operan como absorbedoras de carga (Pramanik *et al*., 2007); es decir, las cargas externas aplicadas al material es transmitida a la inclusión, provocando que en su interfaz se presenten esfuerzos máximos y mínimos, de acuerdo con su orientación respecto a la carga aplicada. Lo anterior da lugar a la posibilidad de direccionar los esfuerzos a zonas deseadas.

Sin embargo, el desconocimiento del comportamiento de los esfuerzos en la interfaz de dos materiales puede ser de riesgo, porque en esa región puede iniciarse una falla; es por ello que ha importado su análisis. Inicialmente estos esfuerzos fueron analizados por la técnica experimental de fotoelasticidad, al fabricar modelos transparentes, como los realizados por Edmonds y Beevers (1968), O'Toole y Santare (1990), Dal Corso *et al*. (2008) y Misseroni *et al*. (2014). Actualmente el modelado numérico basado en el método de elemento finito, es una herramienta potente para analizar materiales compuestos reforzados.

Así, el objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de inclusiones elípticas en el comportamiento de los esfuerzos de un cuerpo subsolador agrícola. Saber el comportamiento de estas inclusiones podría servir para realizar diseños óptimos de estos equipos, consiguiendo reducir peso, volumen, sin afectar su resistencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Primero se dibujó, en el software SolidWorks, la geometría de cuerpo subsolador sin inclusiones que se muestra en la Figura 1a. Esta geometría está basada en la investigación realizada por Gou *et al*. (2009), donde el espesor es de 38.1 mm, la relación A/B= 0.83, B= 40 cm y A=33.2 cm. Se determinó por mecánica de sólidos que puede soportar una carga de 15,000 N, sin embargo, para reducir demanda de memoria RAM, se dibujó con la tercera parte de su espesor (12.7 mm).

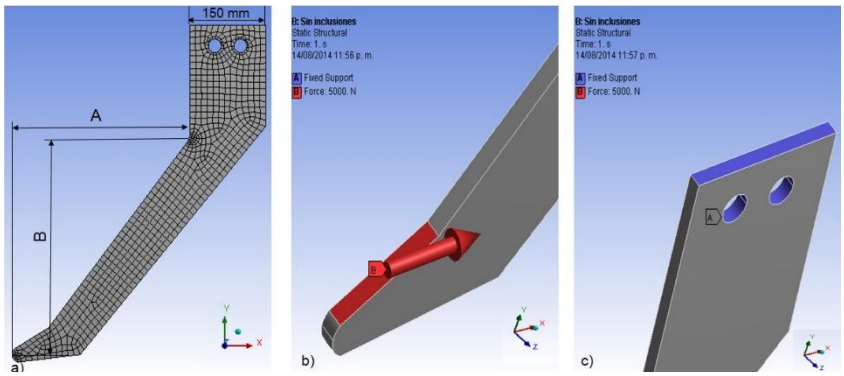


Figura 1. Condiciones de frontera y mallado del modelo sin inclusiones. a) Mallado del modelo, a) fuerza aplicada, b) superficies fijas.

La geometría se importó al software Ansys Workbench 14.5 para realizarle un análisis estático estructural por elementos finitos, contemplándose acero estructural *st 37-2*, cuyas propiedades se enlistan en la siguiente cuadro 1.

Cuadro 1. Propiedades mecánicas de los materiales utilizados para modelado.

Propiedad	St 37-2	SiC	TiB_2	WC
Módulo de Young [GPa]	200	476	565	677
Resistencia última en tensión [MPa]	460	-	-	-
Resistencia de fluencia [MPa]	250	-	-	-
Resistencia de compresión [MPa]	-	2800	-	1404
Relación de Poisson [-]	0.3	0.17	0.15	0.24
Densidad [$kg.m^{-3}$]	7850	3200	4380	15700
Dureza [HV]	-	2200	33	2000

El mallado se realizó con elementos tipo hexaedros en el mismo software (Figura 1a). Para lograr la estabilidad en el comportamiento de los esfuerzos, se realizó un análisis de convergencia de malla, dando como resultado 19384 nodos y 10619 elementos. Después se le aplicó una fuerza de 5 000 N sobre una superficie en su extremo inferior, sobre el plano xy, en el sentido x positiva, como se muestra siguiente Figura 1b. Las superficies de unión mostradas en la Figura 1c se consideraron unidas friccionalmente.

Modelos con inclusiones

Se hizo el arreglo de inclusiones elípticas sobre el modelo sin inclusiones, llamado “modelo 2” y “modelo 3”, Figura 2a y Figura 2b, respectivamente. Se colocó un solo nivel de las mismas centradas en el espesor, como se observa en la Figura 2c. Cada arreglo se analizó con inclusiones de Carburo de Silicio (SiC), Diboruro de Titanio (TiB_2) y Carburo de Tungsteno (WC), cuyas propiedades se muestran en el cuadro 1.

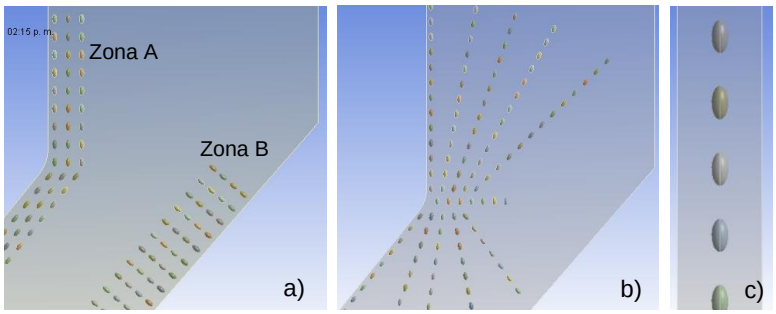


Figura 2. Distribución y orientación de las inclusiones en el modelo. a) modelo 2, b) modelo 3 y c) detalle de distribución en el espesor.

La orientación y distribución de las inclusiones dentro del modelo subsolador se realizó contemplando las características reportados por Edmonds y Beevers, y la distribución de esfuerzos que presentó el modelo subsolador sin inclusiones al cargarse con 5 000 N. La relación de aspecto de las inclusiones fue de *a/b* = 2, donde *a* es el eje mayor (*a* = 5 mm) y *b* el eje menor (*b*=2.5 mm).

Las condiciones de frontera fueron similares a las del modelo sin inclusiones, con la diferencia en ente caso, que a las inclusiones se les estableció las condiciones de frontera planteadas en la solución de Eshelby, realizando una subrutina en el software MATLAB e introduciendo los valores arrojados a Ansys Worbench.

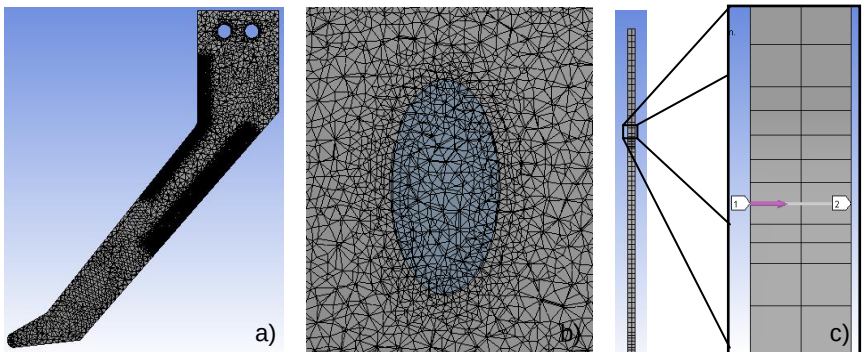


Figura 3. Mallado y línea de monitoreo de esfuerzos. a) Vista del mallado del modelo 2, b) detalle del mallado de las inclusiones y b) línea de monitoreo de esfuerzos en el espesor.

El mallado se realizó con elementos tipo tetraedros y un refinamiento de malla en la unión matriz-inclusión, como se observa en la Figura 3a y 3b. Se obtuvieron 2 637 864 nodos y 1 732

159 elementos para el *modelo 2,* y 1 680 696 nodos y 1 102 133 elementos para el *modelo 3.* Para monitorear la variación de esfuerzos en la superficie del cuerpo subsolador, se trazó una línea del punto 1 al punto 2, que comprendió el ancho del modelo, y se ubicó en la sección de cambio de geometría, lo más próximo del esfuerzo máximo presentado en el modelo sin inclusiones (Figura 3c).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Esfuerzos en el modelo sin inclusiones

La Figura 4a muestra una vista frontal y la figura 4b y 4c una vista lateral de la distribución de esfuerzos de von Mises sobre el modelo del subsolador sin inclusiones. En éstas se aprecia una zona de concentración de esfuerzos a causa de la dirección de acción de la carga sobre el modelo y por la sección de cambio de geometría. En esta sección fue donde presentó el esfuerzo máximo, y fue de 137.24 MPa. La Figura 4c muestra un acercamiento de esta región. Así mismo, en la Figura 5a se observa claramente el eje neutro, donde se ubicaron los esfuerzos mínimos que están en el orden de 222.51 kPa. La región derecha del eje neutro se encuentra a compresión y la región izquierda donde se ubican los esfuerzos máximos se encuentra en tensión.

El esfuerzo máximo registrado se encuentra aún por debajo del esfuerzo de fluencia del material, por lo que presentó un factor de seguridad de n=1.82. Este factor se considera elevado para las condiciones en las que se trabaja un cuerpo subsolador agrícola, e indica que es posible optimizar el diseño para reducir su peso.

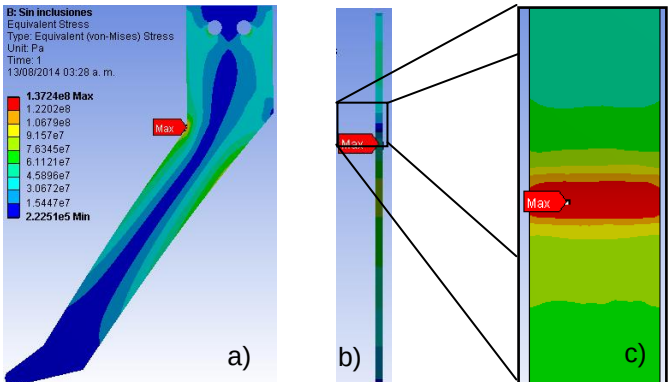


Figura 4. Esfuerzos de von Mises en el modelo sin inclusiones. a) Vista frontal y b) vista lateral.

Esfuerzos en el modelo 2

En la siguiente Figura 5 se aprecia la distribución de esfuerzos de von Mises en el “modelo 2”, con inclusiones de SiC, TiB_2 y WC. Se observa claramente como el área de la región azul del eje neutro incrementa gradualmente con las inclusiones de SiC, TiB_2 y WC, respectivamente.

Sin embargo, los valores de esfuerzos mínimos fueron 19.70 kPa, 20.39 kPa y 21.77 kPa para el modelo con las inclusiones de SiC, TiB_2 y WC, respectivamente. Estos datos indican que el cuerpo subsolador se rigidiza, porque se redujeron en esta región en promedio 202 kPa el valor de los esfuerzos, en comparación al modelo sin inclusiones.

En el mismo sentido, el esfuerzo máximo se ubicó en la interfaz matriz-inclusión, en el mismo lugar en los tres modelos y correspondieron a 253.6 MPa, 277.92 MPa y 301.02 MPa para el modelo con inclusiones de SiC, TiB_2 y WC, respectivamente. La zona de esfuerzos máximos se presentó en las inclusiones cercanas al cambio de geometría del modelo. La magnitud de los esfuerzos se atribuye a las propiedades mecánicas superiores de las inclusiones, provocando que en el material de la matriz se presente deformación plástica. También indica que la carga es transmitida a las inclusiones rigidizando el material.

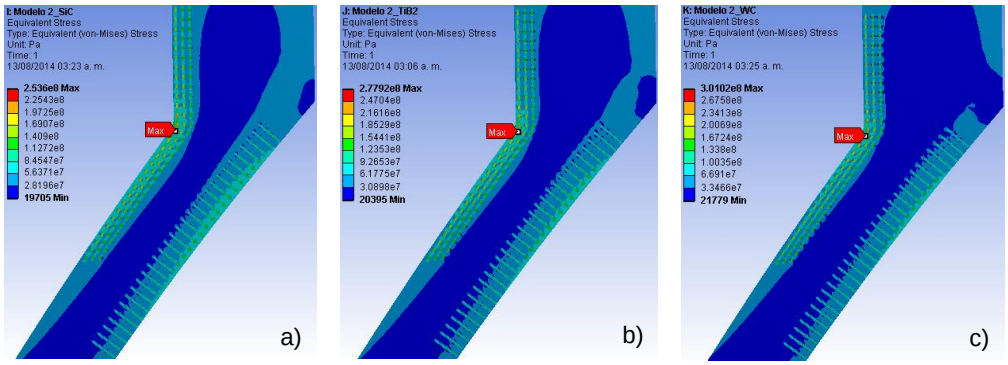


Figura 5. Esfuerzos internos sobre el modelo 2. a) Inclusiones de SiC, b) inclusiones de TiB_2 e c) inclusiones de WC.

Esfuerzos en el modelo 3

Para el caso del modelo 3, los esfuerzos mínimos fueron 51.11 kPa, 50.30 kPa y 49.03 kPa para las inclusiones de SiC, TiB_2 y WC, respectivamente. En la región de esfuerzos mínimos la magnitud se redujo en 172 kPa, comparado al modelo sin inclusiones.

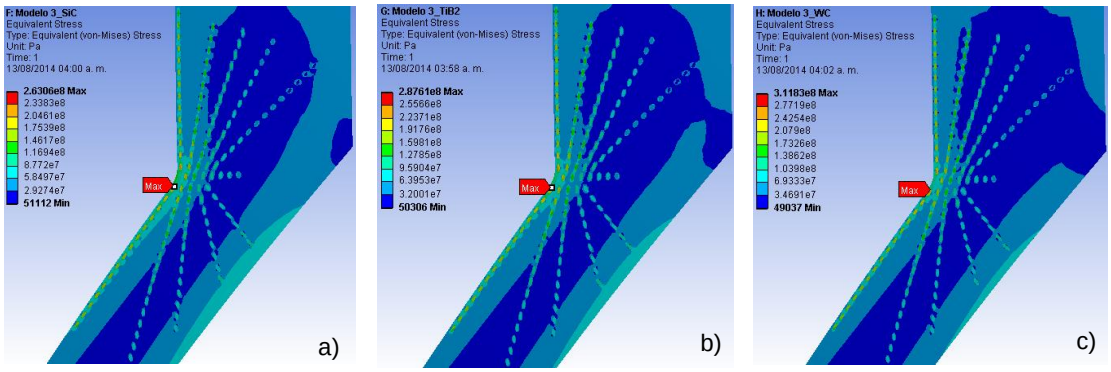


Figura 6. Esfuerzos internos sobre el modelo 3. a) Inclusiones de SiC, b) inclusiones de TiB_2 e c) inclusiones de WC.

Los esfuerzos máximos en las tres variantes de inclusiones, también se ubicaron cerca de la sección de cambio de geometría del modelo, en la interfaz matriz-inclusión (Figura 6). Estos fueron de 263.06 MPa, 287.61 MPa y 311.83 MPa para el modelo con inclusiones de SiC, TiB_2 y WC, respectivamente. En este caso también se vio superado el esfuerzo de fluencia del material de la matriz.

Esfuerzos en sobre la línea de monitoreo

Los esfuerzos en el modelo sin inclusiones fueron mayores que los esfuerzos del modelo 2 con las diferentes inclusiones, sobre la línea de monitoreo, como se aprecia en la Figura 7a. Esto indica que las inclusiones rigidizan el material en la sección de cambio de geometría. Así, las magnitudes se redujeron en 2.49 MPa, 2.84 MPa y 3.18 MPa, para las inclusiones de SiC, TiB_2 y WC, respectivamente. Se puede corroborar que las propiedades mecánicas de las inclusiones están directamente relacionadas con la capacidad de absorber cargas, tal es el caso del WC.

Sin embargo, el arreglo de inclusiones en el modelo 3, provocó un incremento abrupto en los valores de esfuerzo sobre la línea de monitoreo. Estos superaron en 3.26 MPa, 3.58 MPa y 4.13 MPa al valor de esfuerzo obtenido en el modelo sin inclusiones, con inclusiones de SiC, TiB_2 y WC, respectivamente, como se ve en la Figura 7b. Este efecto se debe a que los ejes mayores de las inclusiones, donde se concentran los esfuerzos máximos, están orientados a la sección de cambio de geometría del modelo, lugar donde se ubicó la línea de monitoreo de esfuerzos.

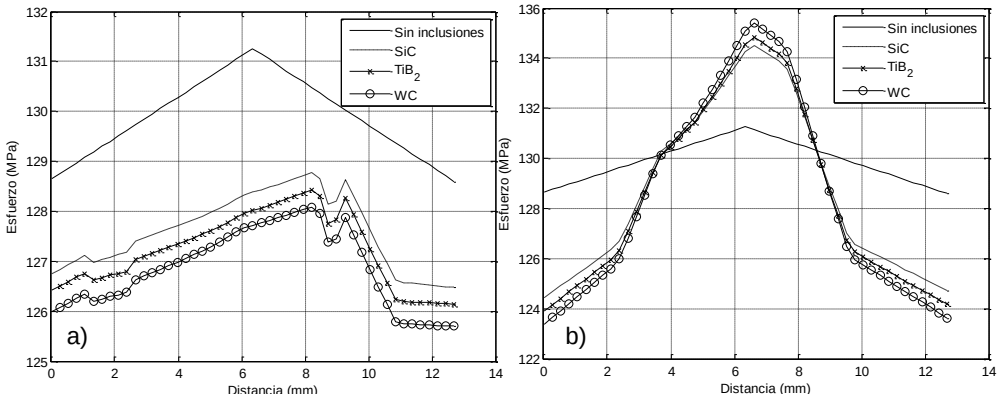


Figura 7. Esfuerzos von Mises sobre la línea de monitoreo de esfuerzos. a) modelo 2 y sin inclusiones, b) modelo 3 y sin inclusiones.

CONCLUSIONES

Se observó que las inclusiones concentran esfuerzos en su interfaz matriz-inclusión. Estos esfuerzos dependen de la relación de aspecto de la inclusión, orientación y sus propiedades mecánicas, además de las propiedades de la matriz y del sentido de acción de una carga externa.

Las inclusiones podrían ser utilizadas para rigidizar determinadas regiones de un material, como se observó en el modelo 2 y modelo 3; la distribución y orientación de éstas tuvo gran efecto en la magnitud de los esfuerzos sobre línea de monitoreo en ambos casos.

El arreglo de las inclusiones del modelo 2 rigidizó la sección de cambio de geometría del cuerpo subsolador, sobre todo, las inclusiones de WC. Sin embargo, un cuerpo subsolador fabricado con inclusiones de WC resultaría de mayor peso que uno fabricado con inclusiones de SiC, por la densidad que poseen.

BIBLIOGRAFÍA

Chawla, N., Shen, Y. L. (2001). Mechanical Behavior of Particle Reinforced Metal Matrix Composites. Advanced Engineering Materials 3(6): 357-370.

Dal, C.F., Bigoni, D., Gei, M. (2008). The stress concentration near a rigid line inclusion in a prestressed, elastic material. Part I: Full-field solution and asymptotics. Journal of the Mechanics and Physics of Solids 56: 815-838.

Edmonds, D.V., Beevers, C. J. (1968).The Effect of Inclusions on the Stress Distribution in Solids. Journal of Materials Science 3: 457-463.

Eshelby, J.D. (1957). The determination of the elastic field of an ellipsoidal inclusion and related problems. Proc. Roy. Soc. A241: 276-296.

Guo, Z.J., Zhou, Z. L., Zhang Y., Li, Z. L. (2009). Bionic optimization research of soil cultivating component design. Science in China Series E: Technological Sciences 52(4): 955-965.

Hibeler, R.C. (2006). Mecánica de materiales. Sexta ed. Pearson Educación, México. 896 p.

Kachanov M. (1980). Continuum model of medium with cracks. Journal of the Engineering Mechanics Division 106(EM5): 1039 – 1051.

Kees, G. (2008). Using subsoiling to reduce soil compaction. Department of Agriculture, Forest Service. Missoula Technology and Development Center: Missoula, MT, U.S.A. p. 14.

Meena, K. L., Manna, A., Banwait, S. S., Jaswanti. (2013). An Analysis of Mechanical Properties of the Developed Al/SiC-MMC's. American Journal of Mechanical Engineering 1(1): 14-19.

Misseroni, D., Dal C. F., Shahzad, S., Bigoni, D. (2014). Stress concentration near stiff inclusions: Validation of rigid inclusion model and boundary layers by means of photoelasticity. Engineering Fracture Mechanics 121-122: 87-97.

Mori T, Tanaka K. (1973). Average stress in matrix and average elastic energy of materials with misfitting inclusions. Acta Metallurgica 21: 571-574.

O'Toole, B.J., Santare, M. H. (1990). Photoelastic Investigation of Crack-inclusion Interaction. Experimental Mechanics 30(3): 253-257.

Pramanik, A., Zhang, L. C., Arsecularatne, J. A. (2007). An FEM investigation into the behavior of metal matrix composites: Tool–particle interaction during orthogonal cutting. International Journal of Machine Tools and Manufacture 47: 1497-1506.

Rosso, M. (2006). Ceramic and metal matrix composites: Routes and properties. Journal of Materials Processing Technology 175: 364–375.

Topakci, M., Kursat, C. H., Canakci, M., Rennie, E. W. M., Akinci, I., Karayel, D. (2010). Deep tillage tool optimization by means of finite element method: Case study for a subsoiler tine. Journal of Food, Agriculture & Environment 8(2): 531-536.

DINÁMICA DE FLUJO COMPUTACIONAL PARA PREDECIR FUERZA DE TIRO POR LABRANZA DEL SUELO

Francisco Garibaldi Márquez[1*], Raúl Vidal García Hernández[1], Manuel Antonio Galindo Reyes[1] y Osías Ruíz Álvarez[1]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Pabellón. km. 32.5 Carretera Aguascalientes-Zacatecas. Pabellón de Arteaga, Ags, México.
[*]garibaldi.francisco@inifap.gob.mx.

INTRODUCCIÓN

La labranza se define como la manipulación mecánica del suelo en su capa arable para su acondicionamiento para el desarrollo de los cultivos (Karmakar y Kushwaha, 2006). En este contexto, la fuerza que se demanda a la barra de tiro del tractor depende de la geometría de la herramienta, su tamaño, ángulo de ataque, además de la velocidad y profundidad de operación y condiciones del suelo (Karmakar *et al*., 2005b; Godwin, 2007).

La interacción del suelo con herramientas de labranza se estudiaron inicialmente con modelos analíticos (Mckyes y Ali, 1977; Mckyes, 1984) y experimentales (Godwid *at al*., 1981). Sin embargo, los métodos analíticos no se adaptan a geometrías de herramientas complejas. Recientemente se han realizado esfuerzos para mejorar este tipo de análisis mediante enfoques numéricos, con el Método de Elemento Finito (Albo-helmor *et al*., 2003; Tagar *et al*., 2015), Método de Elemento Discreto (Obermayr, *at al*., 2011) y Dinámica de Flujo Computacional (Karmakar *et al*., 2007). Con estos métodos, principalmente se ha estudiado la fuerza a la barra de tiro, la fuerza ejercida sobre la superficie de la herramienta y los esfuerzos presentes en las diferentes secciones de la misma, además, se ha determinado el desplazamiento del suelo. Entender interacción suelo-herramienta durante la labranza permite optimizar el diseño y reducir los requerimientos de energía (Karmakar *et al*., 2005a).

En los trabajos de Karmackar (2005b) y Barker (2008) sobre dinámica de flujo computacional, determinaron la fuerza a la barra de tiro y el comportamiento del suelo alrededor de la herramienta. Ellos consideraron al suelo como un material visco-plástico, considerando la ecuación de Bingham. Los materiales visco plásticos se comportan como los sólidos cuando el esfuerzo contante aplicado es menor al esfuerzo de fluencia, sin embargo, cuando el esfuerzo cortante excede este esfuerzo, estos fluyen como cualquier líquido. Entonces, el suelo resiste el avance de la herramienta hasta su límite elástico, después el suelo falla en cortante (Karmackar, 2005b).

Así, en este trabajo se planteó el objetivo de determinar la fuerza que demanda a la barra de tiro, una geometría de arado tipo subsuelo con punta alada en forma de V y con punta tipo topo.

Las configuraciones se modelaron a tres profundidades y cuatro velocidades de operación, mediante mecánica de flujo computacional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con la geometría de un cuerpo subsolador recto con 80° de ángulo de ataque. A este cuerpo se le colocó una punta alada en forma de V y una punta sin alas conocida como punta topo. Esta última utilizada recientemente para generar una cavidad bajo la superficie del suelo para retener humedad. La siguiente Figura 1a y b muestra las dos configuraciones.

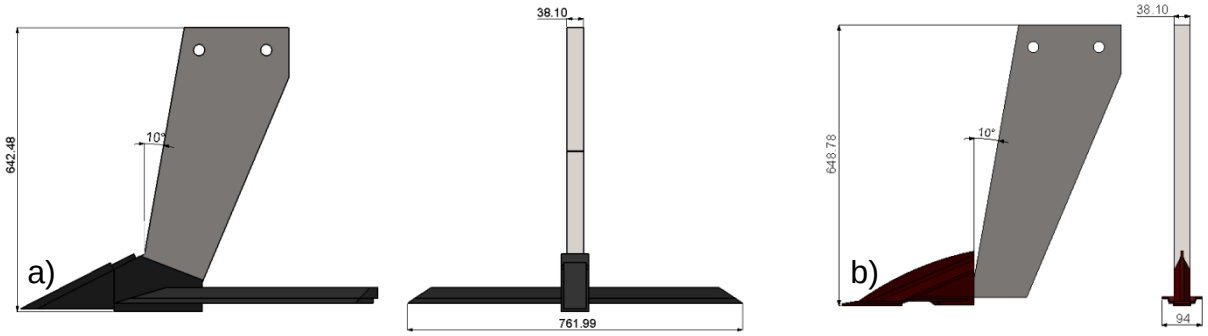


Figura 1. Configuraciones de cuerpo subsolador (cotas en mm). a) Puntas en forma de V, y b) punta topo.

Las configuraciones se dibujaron en el software SolidWorks 2012 y se importaron al software Ansys Workbench “Design Modeler” y “Mesh” para definir el volumen de control y el mallado, respectivamente. Por considerase geometrías axisimétricas y para reducir el tiempo de cálculo, se contempló sólo la mitad de la herramienta. El volumen de control que se muestra en la Figura 2a se consideró de 3 m de largo (L), 0.75 m de ancho (W), la altura (H) de la cara inferior del volumen de control a la cara inferior de la herramienta fue de 0.32 m, y la distancia (D) varió de 0.30 m, 0.40 m y 0.50 m, en ambas configuraciones, de acuerdo con la profundidad de trabajo de la herramienta.

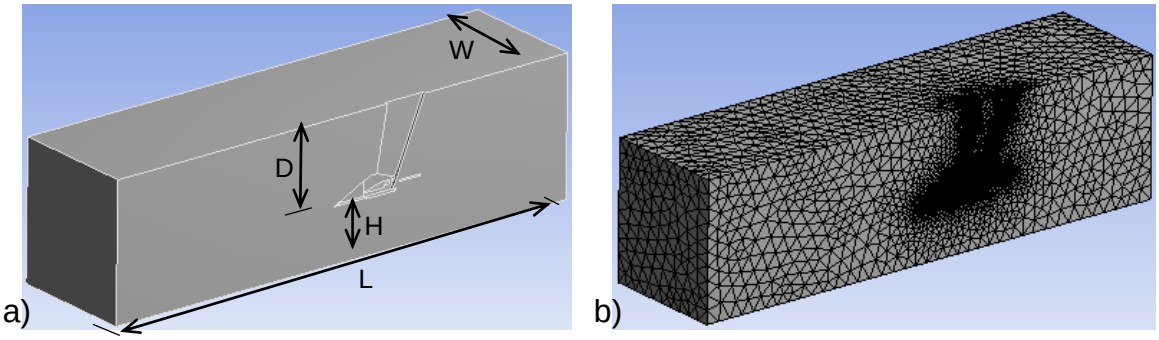


Figura 2. Volumen de control. a) Dimensiones del volumen de control y b) mallado del volumen de control.

Entonces, por cada profundidad de trabajo y cada tipo de punta se realizó un modelo, los que se mallaron con elementos tipo tetraedros, como se observa en la Figura 2b. En las caras de la herramienta se realizó un refinamiento de malla con el método de inflación. El siguiente cuadro 1 muestra el resultado del número de elementos y de nodos obtenidos en el mallado de cada uno de los modelos.

Cuadro 1. Número de nodos y elementos de cada modelo.

Profundidad (m)	Subsuelo-punta en V		Subsuelo-punta topo	
	No. Nodos	No. Elementos	No. Nodos	No. Elementos
0.30	146 903	797 367	181 863	618 781
0.40	155 497	893 970	187 286	639 974
0.50	175 730	603 538	190 152	649 869

Los seis modelos mallados se importaron al módulo Ansys CFX-Pre donde se les establecieron las condiciones de frontera, condiciones iniciales y condiciones de solución.

El suelo se consideró como el modelo plástico de Bingham, es decir, un modelo visco-plástico no-Newtoniano. Este modelo describe al esfuerzo cortante en función del esfuerzo de fluencia, viscosidad e índice de corte, como se indica en la ecuación (1).

$\tau = \tau_y + \dot{\mu\gamma} \ \ para \ |\tau| > \tau_y$ .....(1)

Donde:

$\tau =$ Esfuerzo Cortante [Pa],

$\tau_y =$ Esfuerzo de fluencia [Pa],

$\dot{\gamma} =$ Índice de corte [s^{-1}],

$\mu =$ Viscosidad plástica [Pa-s].

El suelo se consideró para fines de modelado con densidad de 1200 kg/m^3 y compactación en sus diferentes profundidades evaluadas de 1100 kPa, esfuerzo de fluencia de 1000 Pa, Viscosidad de 6000 Pa-s e índice de corte de 0.0007624 s^{-1} a 0.09161 s^{-1}. Se programó el monitoreo de la fuerza en la dirección “x” en las caras de la herramienta, que es la que se transmite directamente a la barra de tiro del tractor.

Las condiciones de frontera aplicadas al volumen de control fueron en las diferentes caras (Figura 3). En la entrada se programaron las velocidades 3 km/h, 4 km/h, 5 km/h y 6 km/h de entrada de material, a temperatura constante de 25 °C. La salida se consideró a presión

constante de 0 Pa. La cara superior se consideró abierta a presión y temperatura constante de 0 Pa y 25 °C, respectivamente. La cara interna se consideró como de simetría. Finalmente, las caras de la herramienta, la cara exterior y la inferior se consideraron como paredes de deslizamiento libre.

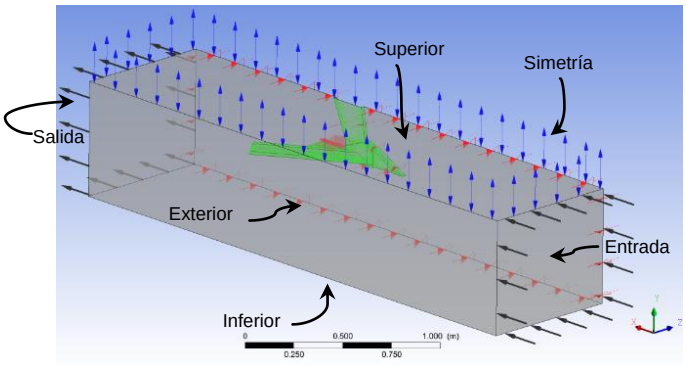


Figura 3. Condiciones de frontera del volumen de control.

El análisis estadístico consistió en hacer regresiones lineales simples para cada profundidad dentro de cada tipo de punta; también, se hizo una regresión lineal promedio para poder comparar cada tipo de punta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La fuerza demandada a la barra de tiro por el cuerpo subsolador con punta alada en forma de V y punta topo, a las tres profundidades y a las cuatro velocidades evaluadas se observan en la Figura 4 y Figura 5, respectivamente. En ambos tipos de punta, se aprecia claramente que la fuerza a la barra de tiro aumentó a medida que se incrementó la profundidad de trabajo y la velocidad de operación. Este efecto se ha demostrado en varias investigaciones, ya que existe una relación directa entre la fuerza a la barra de tiro con la profundidad (Godwin, 2007), y velocidad de trabajo (Wheeler y Godwin, 1996).

En los dos tipos de punta (Figura 4 y Figura 5), la profundidad a 0.30 m requirió menor fuerza de operación; esto se traduce en menor consumo de combustible y patinaje de neumáticos. Sin embargo, el piso de arado inicia a los primeros 0.25 m de la superficie del suelo (Topakci *et al*., 2010), por lo que la profundidad de labranza de 0.30 m, no es suficiente para el desarrollo radicular del cultivo.

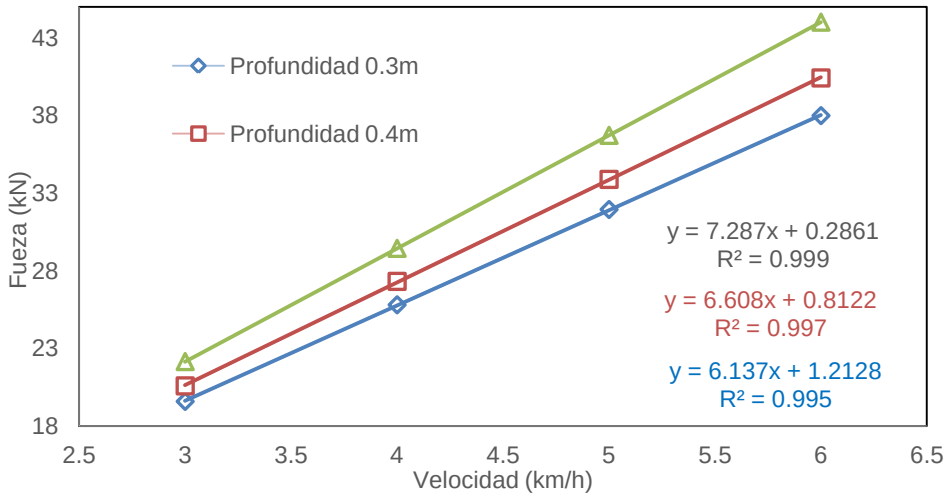


Figura 4. Fuerza a la barra de tiro del cuerpo subsolador con punta en "V".

En la punta alada en V (Figura 4), como se mencionó, la profundidad a 0.30 m requirió menor fuerza de operación, ya que por cada kilómetro que se aumenta en la velocidad, se incrementa 6.13 kN de fuerza a la barra de tiro. También, en la punta topo, a la misma profundidad se aumentan 4.31 kN de fuerza por cada kilómetro que se incrementa en la velocidad (Figura 5). Romantchik *et al*. (2009) reportan que al evaluar la misma geometría de cuerpo subsolador del presente trabajo, con la misma punta alada en V, y compararlo con un cuerpo con punta tipo formón, la fuerza a la barra de tiro se incrementó 33.6% en la punta alada en un suelo arcilloso y 31.9 % en un suelo franco arcilloso, a profundidad mínima de trabajo de 12.3 cm.

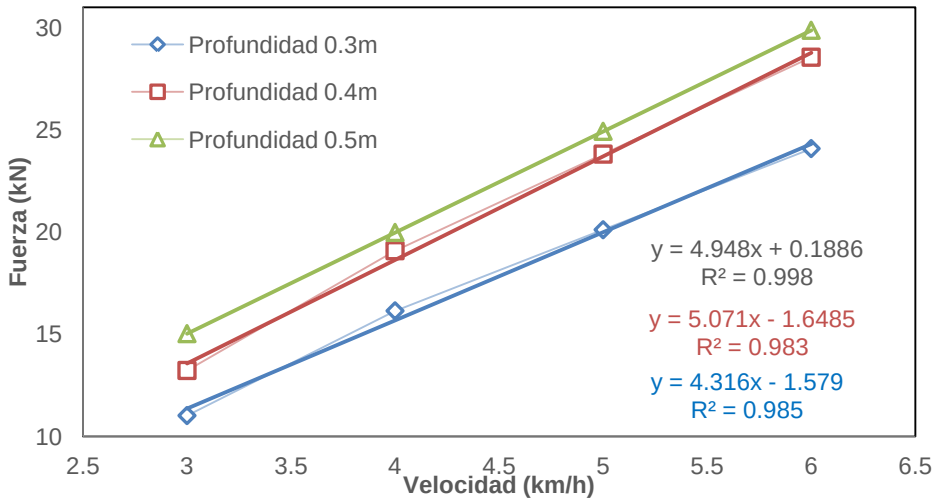


Figura 5. Fuerza a la barra de tiro del cuerpo subsolador con punta topo.

Al comparar la fuerza a la barra de tiro en ambos tipos de punta, se encontró que la punta topo requirió menos fuerza para su operación en las cuatro velocidades evaluadas (Figura 6). Así, en la punta topo, la fuerza se incrementa en 4.77 kN por cada kilómetro de aumento en la velocidad; en cambio, en la punta en V la fuerza se incrementa en 6.67 kN, por lo que la fuerza se reduce en 28.48% al usar la punto topo.

Godwin (2007), menciona que al colocar puntas aladas a los cuerpos subsoladores, el área perturbada de suelo se incrementa aproximadamente al doble, y la fuerza a la barra de tiro se incrementa en promedio en 30%. También menciona que el ángulo de ataque de la herramienta tiene un efecto mayor que la profundidad de trabajo en el aumento de la fuerza demandada a la barra de tiro.

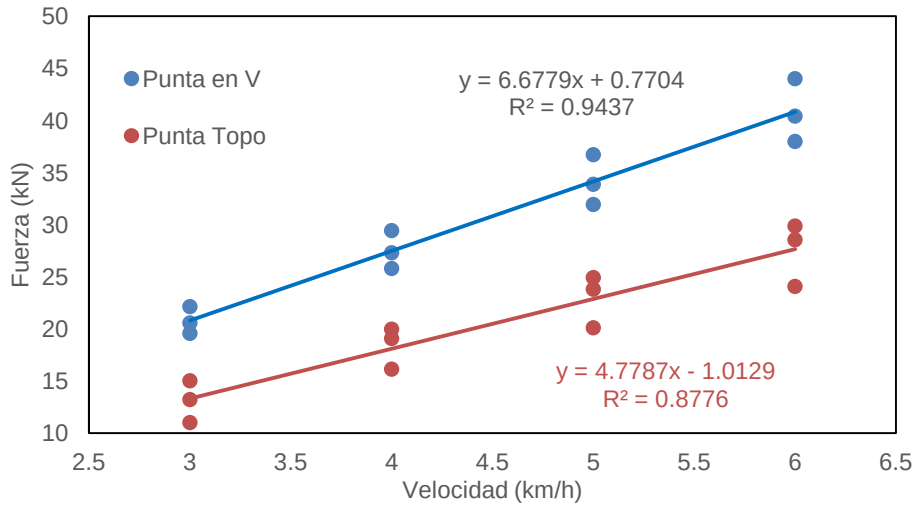


Figura 6. Comparación promedio de la fuerza y velocidad de la punta en V y topo.

CONCLUSIONES

La dinámica de flujo computacional es una herramienta útil para predecir la fuerza a la barra de tiro en tractores por implementos de labranza. Por lo que, con este método se pueden reducir costos de fabricación y experimentación al realizar nuevos diseños u optimización de diseños de equipos ya existentes.

Los resultados arrojaron que la fuerza demandada a la barra de tiro del cuerpo subsolador con punta topo, se redujo en 28.48% respecto al cuerpo con punta alada en V.

En ambas configuraciones del cuerpo subsolador se observó que la fuerza se incrementó con forme incrementó la profundidad y la velocidad de operación.

La profundidad a 0.30 m fue la que demandó menor fuerza en ambas configuraciones del cuerpo subsolador, para las cuatro velocidades evaluadas.

BIBLIOGRAFÍA

Albohelmor, M., Hamilton, R., Boyle, J. T. (2003). 3D dynamics analysis of soil-tool interaction using Finite Element Method. Journal of Terramechanics 40: 51-62.

Barker, M. E. (2008). Predicting loads on ground engaging tillage tools using computational fluid dynamics. Doctoral thesis. Iowa State University. 187 p.

Godwin, R.J., Spoor, G., Leeds-Harrison, P. (1981). An Experimental investigation into the force mechanics and resulting soil disturbance of mole ploughs. J. Agric. Eng. Res. 26: 477-497.

Godwin, R. J. (2007). A review of the effect of implement geometry on soil failure and implement forces. Soil & Tillage Research 97: 331-340.

Karmakar, S., Kushwaha L. R., Stillig, D. D.S. (2005a). Soil failure associated with crack propagation for an agricultural tillage tool. Soil & Tillage Research 84: 119-126.

Karmakar, S., Kushwaha L. R. (2005b). Simulation of soil deformation around a tillage tool using computational fluid dynamics. Transaction of the ASAE 48(3): 923-932.

Karmakar, S., Kushwaha L. R. (2006). Dynamic modeling of soil-tool interaction: An overview from a fluid flow perspective. Journal on Terramechanics 43: 411-425.

Karmakar, S., Kushwaha, R. L., Lague, C. (2007). Numerical modelling of soil stress and pressure distribution on a flat tillage tool using computational fluid dynamics. Biosystems Engineering 97: 407-414.

Mckyes, E., Ali, O. S. (1977). The cutting of soil by narrow blades. Journal of Terramechanics 2(14): 43-58.

Mckyes, E. (1984) Prediction and filed Measurements of Tillage tool Draft forces and Efficiency in cohesive soils. Soil & Tillage Research (4): 459-470.

Obermayr, M., Dressler, K., Vrettos, C., Eberhard, P. (2011). Prediction of draft forces in cohesionless soil with the Discrete Element Method. Journal of Terramechanics 48: 347-358.

Romantchik, K. E., Sandoval, A. I., Chávez, A. N., Gaytán, R. J., Mayáns, C. P. (2009). Resistencia traccional del subsolador en función del ancho de trabajo. Ingeniería Agrícola y Biosistemas 1(1): 49-53.

Tagar, A. A., changing, J., Adamowski, J., Malard, J., Shi, Q. C., Quishuo, D., Abbasi, N. A. (2015). Finite element simulation of soil failure patters under soil bin and field testing conditions. Soil & Tillage Research 145: 157-170.

Topakci, M., Kursat, C. H., Canakci, M., Rennie, E. W. M., Akinci, I., Karayel, D. (2010). Deep tillage tool optimization by means of finite element method: Case study for a subsoiler tine. Journal of Food, Agriculture & Environment 8(2): 531-536.

Wheeler, P.N., Godwin, R.J. (1996). Soil dynamics of single and multiple tines at speeds up to 20 km/h. J. Agric. Eng. Res. 63: 243–250.

DISEÑO DE PROTOTIPO DE DESGRANADORA DE AJOS PARA PEQUEÑOS PRODUCTORES

Raúl Vidal García Hernández [1], Francisco Garibaldi Márquez[1], Carlos Rojas Santillán[1] y Ernesto Martínez Reyes[1].

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Pabellón, Km. 32.5 carretera Aguascalientes-Zacatecas, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. Correo electrónico: garcia.raúl@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El cultivo de ajo es de gran importancia económica para México. El promedio de la superficie sembrada del año 1990 a 2013 fue de 6 395 hectáreas (SIAP, 2015). La calidad de la semilla de ajo está directamente relacionada con el rendimiento del cultivo; este concepto implica calidad genética, calidad sanitaria y bajo daño mecánico. Aunque no existen reportes publicados de este último parámetro, sin embargo los productores han observado su efecto en enfermedades que se presentan en el cultivo. En México el desgrane de la semilla se realiza manualmente, lo que genera un alto costo de producción, para cubrir una hectárea de esta hortaliza se requiere desgranar según Reveles *et al*. (2009) de 1387 hasta 2778 kilogramos por hectárea en arreglos de dos, cuatro y seis hileras de plantas. Entre los criterios más importantes para lograr una buena selección de bulbos para semilla se pueden señalar los siguientes: sanidad, tamaño, peso, forma, color, firmeza y permanencia de catáfilas del bulbo (Reveles *et al*., 2009).

Actualmente, en el mercado existen desgranadoras-seleccionadoras mecánicas estacionarias de gran dimensión y de alto costo, que sólo los grandes productores pueden obtener. Estas se encuentran principalmente en los estados de Aguascalientes, Zacatecas y Guanajuato, región donde se encuentra gran producción del país. La importancia de una desgranadora de cabezas de ajo destinado a semilla, impacta directamente en los costos de producción. Por tal motivo, en el presente trabajo se planteó el objetivo de diseñar una de estas máquinas, pensando en la economía de los pequeños productores.

La máquina se va diseñar con las especificaciones técnicas de acuerdo a las pruebas físico-mecánicas de la hortaliza de ajo, cumpliendo con los estándares de productividad y expectativas de los pequeños productores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño conceptual

En esta etapa se consideraron diferentes opiniones de productores. También, se realizó un trabajo de gabinete donde se investigó sobre las diferentes máquinas utilizadas para desgranar y seleccionar la hortaliza de ajo; donde se identificaron puntos clave que fueron de utilidad para

el presente proyecto. Se consideró que deben cumplir los siguientes parámetros, como se muestra en la Figura 1.

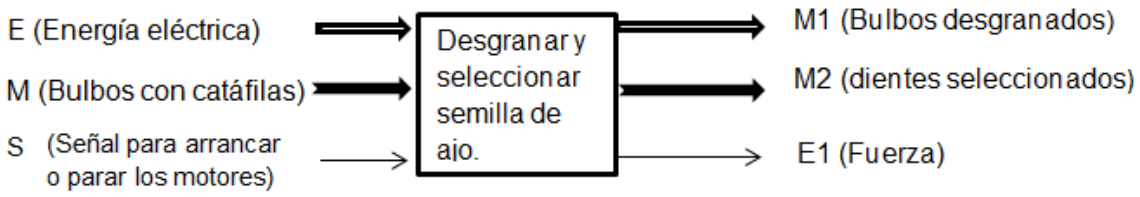


Figura 1. Función global de la desgranadora y seleccionadora de ajo. Representando: M – material, E – energía y S – señal.

Diseño de detalle

En la etapa de diseño de detalle, primero se obtuvieron las propiedades físico–mecánicas de los dientes y/o cabezas de ajo de la variedad CEZAC 06. Después se realizaron cálculos de los sistemas de la máquina.

Propiedades físicas-mecánicas del ajo

El contenido de humedad de los bulbos tiene un efecto sustancial en los resultados de las propiedades físicas y mecánicas. Entonces, primero se determinó este parámetro con el método gravimétrico en secado con hornos, en el INIFAP-Campo Experimental Pabellón, ubicado en Aguascalientes. Las cabezas de ajo se sometieron a carga de compresión, obteniendo la fuerza requerida para su rompimiento y el desplazamiento y evitar daños mecánicos en los bulbillos. Los resultados indicaron que la humedad del ajo, se aproximó a un 75-80 %. Esta se obtuvo a 75 % en 96 horas a 45° Celsius, como lo recomienda García *et al.* (2004).

Para el cálculo del transportador se utilizó la metodología de Hans (1991) y Hibbeler (2006) .

Productividad del transportador

Las cabezas de ajo deben transportarse de una altura inicial de 70 cm a una final 160 con pendiente de 40° con respecto a prueba realizada García *et al*. (2014). Por lo que, se determinó que el transportador debió ser de tablillas. Para la posición de las tablillas (cangilones) se calculó la cantidad de bulbos y su volumen de cada cangilón. Para esto, se tiene 28 ajos para no saturar los rodillos (tambores) desgranadores; se procede a tener un espacio de

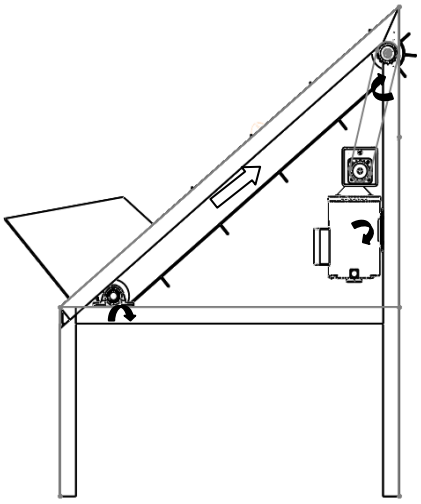


Figura 2. Sentido de giro de transmisión del sistema de alimentación de bulbos de ajo.

aprovechamiento del 50% debido a la inclinación y evitar que se rueden los bulbos a la hora de ser transportados, por lo que, se tendrán 14 ajos aproximadamente en cada apartado. Con respecto a las anteriores magnitudes de peso y volumen de los bulbos se procedió a calcular la productividad o capacidad de transportación en volumen y masa de la banda Figura (2).

Con respecto al área transversal se considera como un rectángulo debido a que los ajos no van estar amontonados, pero sí en una inclinación para subir, para lo cual, se detienen con un cangilón o tabilla; se obtuvo el área por cada apartado.

Para la cantidad de ajo a entregar se tiene estimado que va transportar 14 ajos en cada compartimento, para lo cual cada bulbo tiene una masa promedio de 0.063 kg y los apartados con carga serian 5 por ciclo. Se realizó una prueba para obtener el volumen de los bulbos, hay un promedio de 7 cm^3 por bulbo y una densidad promedio de 890 kg/ m^3, y una velocidad calculada de 0.09 m/s. Entonces con estos datos ya se puede proceder a calcular la productividad del transportador con la fórmula (1 y 2):

$$Q_v = \eta_R \, \eta_\delta A \, v \qquad (1)$$

$$Q_m = \eta_R \, \eta_\delta A \, v \, \rho \qquad (2)$$

Velocidad de transporte de la banda

Una vez obtenida la cantidad de semilla, se debe desgranar por año y el tiempo que se requiere para realizar la labor se requiere saber la velocidad lineal de la banda y el volumen que debe transportar por ciclo.

De acuerdo a las revoluciones de rodillo motriz se calcula la velocidad lineal de la banda y el tiempo de ciclo con la siguiente, de acuerdo con las dimensiones obteniendo el perímetro del rodillo de transporte.

Como el tambor motriz proporciona una velocidad angular de 14.58 rpm, entonces transforma, convirtiendo estos datos, se tiene lo siguiente:

$$\frac{V_{tambor}}{58.33 \, rev/min} = \frac{1 min.}{60 \, s}$$

Entonces, para obtener la velocidad lineal en los tambores de la banda se tiene lo siguiente:

$$V_{tambor} = 0.36 \, m(0.97 rev/seg)$$

La resistencia adicional, es otra que influye directamente en las tablillas a la hora de cargar debido a que la masa efectiva para cada sección de la banda es 0.868 kg, y es recomendable que el depósito tenga una capacidad de por lo menos de los 5 secciones que tiene el

transportador en una descarga, es decir un aproximado de 4.5 kg y un volumen de 0.0049 m^3. En la Figura (2), se muestra de manera esquemática las fuerzas.

Entonces, la tablilla tendrá que soportar una fuerza FAb=W, idealizando el fenómeno, se puede realizar una suposición de una fuerza distribuida en todo el ancho de la tablilla y esta obtiene un valor de:

$$F_{Ab} = 4.5(9.81)$$

$$\boldsymbol{F_{Ab} = 44.15\ N}$$

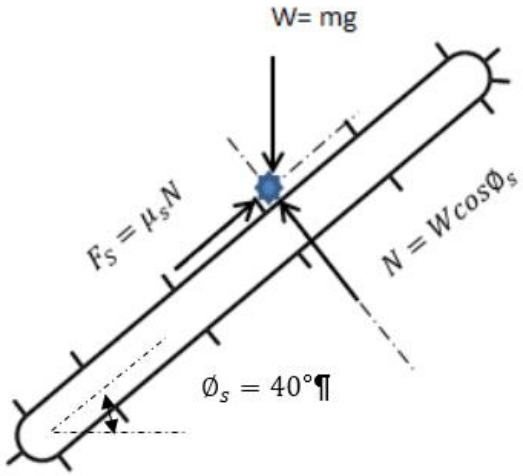


Figura 3. Diagrama de fuerza en la banda.

Cálculo de sistema de desgrane

En éste apartado se calcula el sistema de desgrane y las fuerzas que intervienen en los rodillos desgranadores, para lo cual se escogió la alimentación por medio de gravedad y las revoluciones de este mismo. Para ello, los rodillos giran a revoluciones de 175 revoluciones/minutos y 194 revoluciones/minutos, de acuerdo a máquinas establecidas en el mercado tienen una velocidad nominal muy favorable y se espera que tenga un mejor funcionamiento con respecto a las comerciales.

Para conocer la carga de compresión o fuerza de rompimiento se realizó la prueba de compresión con la máquina instron, con una humedad de 75 a 80% y se tomó el desplazamiento necesario hasta el momento de ruptura, y para los cálculos se retomaron los valores correspondientes de García *et al*., (2014).

Teniendo 63.09 kgf (N_1) y 23.81 mm de desplazamiento. Se toma la ecuación 3 y se calcula la componente de la fuerza:

$F_1 = 618.9 \cdot \tan 34°$ (3)

Tomando en cuenta que los bulbos tienen un diámetro ecuatorial que va de 55 a 60mm, entonces se procedió a tomar en cuenta la abertura de los rodillos y asegurar el agarre a la hora de desgranar en los rodillos y estos apliquen la máxima carga para su desprendimiento de los dientes del cuello del bulbo. Teniendo una referencia del desplazamiento, entonces se utilizó la

metodología de Silveira, (1988) y Cruz, (2005) y designa una abertura media en los rodillos de 35 milímetros, donde estén sujetados se tenga desplazamiento por si se requiere tomar bulbos de mayor dimensión como se muestra en la Figura 3.

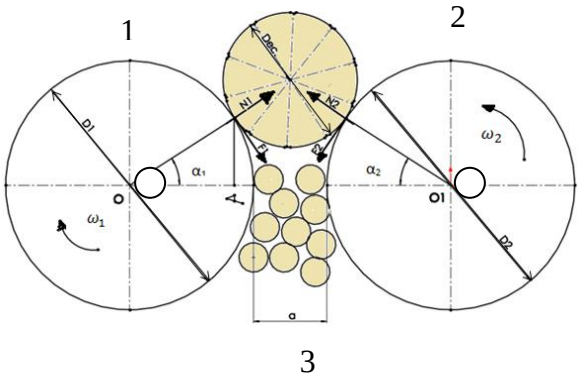


Figura 4. Diagrama del sistema de desgrane por gravedad.

Con la fórmula 4 se calcula la dimensión del diámetro de los rodillos desgranadores:

$$D > \frac{D_{ec.} - a}{1 - \cos\varphi} \qquad (4)$$

$$D > \frac{60 - 35}{1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \tan^2 34}}}$$

En la Figura (4), se muestra el sistema desgrane con el sentido de rotación de los rodillos y la dirección de la banda de trasporte.

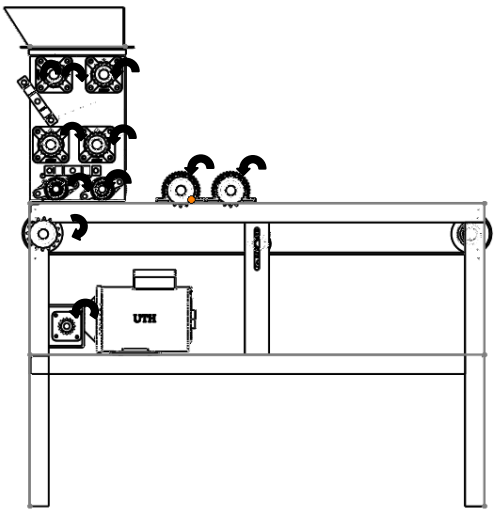


Figura 5. Sentido de giro del mecanismo de transmisión en el sistema de desgrane.

Sistema de extracción de impurezas

En este sistema de la máquina consiste en eliminar las catáfilas (impurezas), cuellos y tallos de las cabezas de los ajos; por consecuencia tener una limpieza de los dientes y poder capturar las impurezas con un ventilador horizontal y transportarlas al depósito o bolsa; donde se pueda tener un mejor manejo y no presentar problemas como con cualquier máquina que presenta éste sistema. Para ello, facilitar la selección de los dientes en las cribas.

Para la productividad se retoma el dato dado en alimentación que tiene la máquina sólo se necesita el área que va ser utilizada por el extractor de impurezas, y en principio conocer la cantidad de impurezas que despide cada cabeza de ajo, para así mismo conocer la cantidad de flujo de aire que debe suministrar, o la depresión que debe recibir las impurezas para ser extraídas de la banda de transporte. En la Figura (5), se muestra la dirección de las partículas y el deflector.

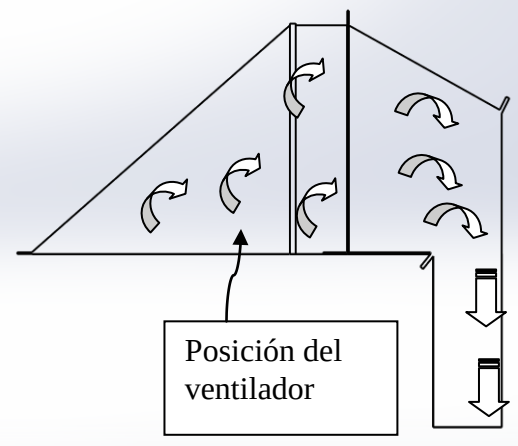


Figura 6. Dirección de extracción de las impurezas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La variedad de interés fueron los ajos jaspeados que de acuerdo a sus características son los ajos más resistentes y mayor número de cutículas. Con respecto a dos porcentajes de 75% y 80% de humedad se pretende determinó la fuerza requerida recomendada para su desgrane, sin ocasionar daños al mismo y valorar en cual se tiene menos daños.

El peso medio es de 62.7 gr bulbo y con un volumen de 0.0070 m^3. Para el sistema de alimentación se obtuvo un área de 0.027 m^2 aprovechable, de lo cual estarán entregando 8,992.51 kg h^{-1} de bulbos a la caja de desgrane. La velocidad lineal con la que transportará los bulbos resulto de 0.35 m s^2

Para los rodillos de desgrane se determinó el diámetro y resultó de 110.03 mm. Se buscó el material en un manual de tubos de cédula 30 debido a que es un material más comercial y que se tiene en existencia, se tomó un diámetro exterior de 114.30 mm.

Sistema de desgrane

La velocidad en los rodillos se determinó con respecto a las máquinas que ya se tienen en el mercado, pero para tener un mejor agarre de los bulbos se hizo una diferencia de velocidades entre los dos, para la cual se determinó una velocidad de 175 revolución/minuto y el segundo rodillo 194.4 revoluciones/minuto, de acuerdo a las relaciones de transmisiones que se utilizaron. Son velocidades en las cuales, los rodillos cumplen su función y no tienen problema a la hora de agarre de los ajos, el único problema es el daño mecánico por el tipo de material utilizado, se utilizó un recubrimiento de poliuretano. La componente de la fuerza **F_1= 417.5 N**

Se seleccionó un motor de 0.5 hp. A 127 Volts para que funcionará eficientemente en para todo el sistema de desgrane.

Sistema de limpieza

Para el extractor se escogió uno comercial que cumpliera con la función, tuviera un buen despeño y menor desorden para la captura de las impurezas (deflector). En donde se construyen ese tipo de máquinas para desgranar la hortaliza de ajo; sin embrago, se adaptó uno con las medidas que se habían presentado en el chasis, tiene un ventilador con alabes de aluminio, un deflector que arroja la impureza a la parte lateral de la máquina y esta se captura con un costal. Éste se adaptó haciendo un chasis para soporte y levantándolo 5 centímetros por arriba de la banda debido a pruebas realizadas para su funcionamiento.

En la Figura 7, se muestra la máquina con todos los sistemas y funcionamiento de la misma. También se observaron las dimensiones y su eficiencia.

Figura 7. Máquina construida con cada uno de los sistemas.

CONCLUSIONES

Se diseñó una máquina para el desgrane y selección de bulbos de ajo para la obtención de semilla, la cual no excedió los 3.5 metros de longitud y 70 centímetros de ancho. Las especificaciones técnicas requeridas por los productores con respecto a las dimensiones, se cumplieron tanto así, como la productividad, la facilidad de instalación y de transporte.

Para el sistema de alimentación se diseñó un trasportador de banda con tablillas vulcanizadas de poliuretano. La implementación de un sistema de desprendimiento de los bulbillos con rodillos recubiertos para evitar daños mecánicos, con tres juegos de rodillos para aumentar la eficiencia y una separación de los cuerpos con respecto al tamaño de los bulbos, para el sistema de limpieza se extrajo todas las impurezas y bulbillos que no tuvieran el tamaño adecuado para ser seleccionados como semilla viable.

La máquina cumplió con las expectativas de los productores, consecuencia obteniendo bajos costos en mano de obra para obtener semilla en la época de siembra.

BIBLIOGRAFÍA

Cruz, M. P., 2005. Diseño, construcción y evaluación de una máquina para deshojar la mazorca de maíz para envoltura de tamal. Maestro en Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua. pp: 128-135.

García, H. R. V., Rojas, S. C. y Martínez, R. E. 2014. Determinación de la fuerza necesaria para el rompimiento del bulbo de ajo. 26 semana internacional de agronomía memoria. FAZ-UJED, México. ISBN en trámite N.R. 215790 .10003-1007 pp.

Hans-Joachim, S.; Wolfgang, G.; Matadamas, Ortiz, P. T. 1991. Máquinas de transporte y elevadores. Chapingo, México. 92 p.

Hibbeler, R. C. 2006. Estática. Sexta edición. Compañía editorial continental S.A. de C.V. México. 594 p.

Mohsenin, Nuri, N. 1986. Physical properties of plant and animal materials, (structure, physical characteristics and mechanical properties). Second edition y upgrade edition. Gordon and Inc., Breach, Science Publishers. New york. 882 p.

Reveles-Hernández, M; Velásquez-Valle, R y Bravo-Lozano, A. G. 2009. Tecnología para cultivar ajo en Zacatecas. Libro técnico No. 11. Campo experimental Zacateca, CIRNOC-INIFAP. 272 p.

Silveira, R., J. A. 1988. Teoría y cálculo de máquinas agrícolas. 1ª reimpresión. Editorial Pueblo y educación. La Habana, Cuba. 420 p.

http://www.siap.gob.mx/. Agosto de 2015.

ACCIÓN GÉNICA EN LÍNEAS Y CRUZAS DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN DOS CONDICIONES DE RIEGO

Armando Espinoza Banda, Sergio Alejandro Zapata Adame, Oralia Antuna Grijalva, José Luis Coyac Rodríguez

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Periférico Raúl López Sánchez y Carr. A Santa Fé s/n, Torreón, Coah., México, e-mail: aebanda7@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

México es el centro de domesticación y uno de los centros de diversidad del maíz (Matsuoka *et al.,* 2002); posee, por lo tanto, una amplia variabilidad genética expresada en una gran cantidad de poblaciones (Sánchez *et al*., 2000), de las cuales algunas muestran alta capacidad de rendimiento *per se* o en combinación con otras, por lo que son consideradas un valioso recurso fitogenético (Morales *et al*., 2007).

A principios de la década de los noventa, el 52 % de los agricultores utilizaban materiales mejorados y el resto usaba variedades criollas y ocasionalmente semilla de generaciones segregantes procedentes de híbridos (Gutiérrez *et al*., 2002); en la actualidad se estima que 93% de ellos usa semilla mejorada. Es necesario entonces aumentar la calidad y productividad de este cultivo, mediante la caracterización de los mejores híbridos a través de técnicas que permitan determinar los efectos genéticos involucrados en los materiales de estudio y, por consiguiente, brindar a los productores más alternativas de genotipos de alto rendimiento.

El cultivo moderno del maíz se basa principalmente en la utilización de híbridos simples a partir del cruzamiento de líneas puras. Los híbridos maximizan la heterosis o vigor híbrido, el cual se basa en el cruzamiento de líneas de orígenes distintos, lo que constituye diferentes fórmulas de híbridos o patrones heteróticos (Mladenovic *et al.,* 2002).

El mejoramiento genético es un proceso continuo en la formación de nuevas variedades e híbridos comerciales; el conocimiento de los diversos tipos de acción génica y la importancia de éstos en la determinación de caracteres de interés, es básico para lograr avances rápidos en un programa destinado a la obtención de híbridos (Beltrán *et al*., 2003; Malacarne y San Vicente, 2003). Los diseños genéticos para conocer la acción génica de caracteres cuantitativos, determinar la aptitud combinatoria de los progenitores, seleccionar los mejores y diseñar los métodos de mejoramiento más eficientes (Comstock y Robinson, 1948, Griffing, 1956 y Cockerham, 1963).

El programa de mejoramiento genético de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en la Unidad Laguna (UAAAN-UL), ha generado híbridos experimentales a través de cruzas de líneas élite. Con el objeto de conocer el tipo de acción génica de seis líneas y sus cruzas, en la

primavera del 2014, se evaluaron 15 híbridos experimentales en condiciones de Riego normal y restringido.

MATERIALES Y MÉTODOS

El campo experimental Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna (UAAAN-UL), geográficamente se ubica en los paralelos 24° 30´ y 27° latitud N, y en los meridianos 102° y 104° 40" longitud O, con 1150 msnm y un clima seco, caluroso, con temperatura media anual de 20 a 22°C y precipitaciones escasas, (INEGI, 2008). Se utilizaron seis líneas endogámicas de maíz, tres provenientes del banco de germoplasma de Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), L24 (CML505), L25(CML508) y L26 (CML509) y, tres de la UAAAN-UL, L23 (AN77), L27(AN82) y L28(AN78). En la primavera del 2013 se realizaron las cruzas entre las líneas de acuerdo al método IV del diseño genético de apareamiento dialélico propuesto por Griffing (1956) generándose $t=p\ (p-1)/2$ 15 cruzas posibles.

La siembra de las 15 cruzas se realizó a mano y en seco el 07 de marzo del 2014, depositando dos semillas por punto de siembra. En campo, el diseño en experimental fue en bloques al azar con dos repeticiones para riego normal y restringido respectivamente. La parcela fue de dos surcos de 3.0 m de largo y 0.75 m entre surcos y con separación entre plantas de 0.17 m ($4.5m^2$) con 36 plantas por tratamiento por repetición para una densidad de 78 431 plantas ha^{-1}. Se aplicó un riego posterior a la siembra y, a los 22 días se realizó un aclareo dejando una planta por golpe. Se fertilizo con la fórmula de 200-100-00 aplicando el 50% del nitrógeno y todo el fósforo al momento de la siembra. El 50 % del nitrógeno se aplicó en el riego posterior a la primera escarda. El riego fue por cintilla T-Tape calibre 6000 y con goteros a 0.20 m y con un gasto de 1 L/hr. El tratamiento de riego restringido se aplicó después del período de floración, suministrando la mitad del tiempo de riego respecto al normal. Se realizó un buen control de maleza y de insectos. La cosecha se realizó entre los 140 y 150 días después de la siembra de forma manual al 13% de humedad. Se cuantificó rendimiento de grano (RG), floración masculina (FM) y femenina (FF), altura de planta (AP) y mazorca (AM) y, en la mazorca, longitud (LM), diámetro (DM) número de hileras (NH) y granos por hilera (GH). Se realizó el análisis combinado con el Programa Diallel.SAS Versión 2.10 (Zhang, 2005) para el método IV de Griffing (1956) de efectos fijos, el cual estima la habilidad combinatoria de las líneas y sus híbridos. Con base en los cuadrados medios, se estimó la varianza genética aditiva (σ^2_a) y no-aditiva (σ^2_d), la heredabilidad en sentido estricto (h^2) y el grado promedio de dominancia (d).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La condición de riego (normal y restringido) afecto diferencialmente (p≤0.01) a las variables FF, AP, DM, LM, GH y REND (Cuadro 1). En riego normal, estas variables fueron de mayor magnitud que cuando se les restringió el riego posterior a la floración (Cuadro 2). Puesto que la limitación hídrica afecta adversamente el crecimiento, el desarrollo y el rendimiento del maíz durante las etapas reproductivas. Un decremento en el potencial hídrico interno disminuye la fotosíntesis y finalmente el crecimiento. Visualmente, la limitación hídrica se manifiesta como una reducción en la altura y rendimiento en biomasa. (Hsiao, 1973; Westgate *et al.,* 2004). Las diferencias que se observan en floración masculina se deben a las diferencias genéticas entre las cruzas.

Las cruzas muestran diferencias (p≤0.01) en las variables de floración FM, FF, AP, AM, LM, HM, GH y REND. En FM y FF las cuales se atribuyen al origen diverso tanto genético como geográfico de las líneas progenitores. En tanto que el resto, se atribuyen a ambos factores, genético y ambiental. Las variables LM y GH interaccionaron mas significativamente (p≤0.01) con el ambiente (Tipo de riego). Singh y Bains (1968) y Gumpber and Sohoo (1988) señalan que la diversidad geográfica no tiene que estar siempre asociada a la genética, por ello la selección de progenitores para la hibridación no debe fundamentarse solo en las distancias geográficas, sino también en las mediciones de la divergencia genética.

Los efectos genéticos de Aptitud Combinatoria General (ACG) y Específica (ACE), en que se descompone la fuente de variación Cruzas, la ACG, fue significativa (p≤0.01) para todas las variables, en tanto que la ACE, fue significativa (p≤0.05) para AM, LM y RG, y altamente significativa (p≤0.01) para DM y GH. De acuerdo a lo anterior se deduce que los efectos de acción génica aditiva están presentes en las nueve variables evaluadas y, efectos aditivos y no-aditivos en cinco de las nueve variables. La relación de los efectos aditivos y no-aditivos (ACG/ACE) fue mayor para las variables agronómicas (FM, FM, AP AM) y en menor proporción para las variables de mazorca (DM, LM, HM, GH) y rendimiento de grano. Lo anterior sugiere que las variables FM, FF, AP, para las cuales los efectos aditivos fueron de mayor importancia, pueden acentuarse por medio de un método de selección recurrente, en tanto que las variables AM, DMz, LMz, HMz, GH y RG, con ambos efectos, pueden mejorarse por un método de selección que explote ambos tipos de acción génica como la recíproca recurrente, (Vasal *et al*. 1992); Luchsiner y Violíc (1972) determinaron la ACG y ACE en un dialélico con 10 líneas

usando el método 4 de Griffing, y encontraron significancia para ambos efectos, pero los efectos aditivos fueron más importantes para los componentes de rendimiento.

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza dialélico combinado método 4 de Griffing (1956).

FV	GL	FM	FF	AP	AM	DM	LM	HM	GH	RG(x10^4)
Ambientes(A)	1	0.2	546.0**	4681.6**	51.2	1.80**	192.3**	0.2	708.6**	7849.30**
Repeticiones(R)	2	0.5	53.0	1587.0	649.2	0.03	2.4	0.1	11.7	548.27
Cruzas(C)	14	42.2**	42.8**	368.2**	475.3**	0.08*	4.1**	2.3**	32.7**	551.02**
ACG	5	112.0**	96.5**	803.3**	1162.7**	0.10**	6.0**	4.9**	66.1**	905.51**
ACE	9	3.5	13	126.4	93.4*	0.07**	3.03*	0.9	14.1**	354.07*
AxC	14	2	11.7	133.6	51.8	0.03	2.15*	0.8	11.3*	170.74
ACGxA	5	2.4	6	137.8	23	0.03	2.4	1.1	15.3**	188.31
ACExA	9	1.8	14.9	131.3	67.8	0.03	2.02	0.6	9.0*	160.98
Error Exp.	28	2.3	9.3	74.3	38.8	0.02	1.04	0.5	3.3	135.89
ACG/ACE		31.9	7.4	6.4	12.4	1.40	2.00	5.3	4.7	2.6
CV(%)		1.8	3.4	4.2	5.7	3.29	6.29	5.3	5.2	17.4
Media		82.0	89.0	206.3	108.6	4.55	16.25	13.9	35.0	6686

*, ** Valores significativos al 0.05 y 0.01 de probabilidad, FM= floración masculina, FF= floración femenina, AP=altura de planta, AM= altura de mazorca, DMz= diámetro de mazorca, LMz= longitud de mazorca, HMz= hileras por mazorca, GH= granos por hilera, RG= rendimiento de grano.

Cuadro 2. Comparación de medias en nueve variables cuantificadas en dos tipos de riego.

Tipo de Riego	FM	FF	AP	AM	DM	LM	HM	GH	RG
Normal	82.8 a*	86.1 b	215.1 a	109.6 a	4.7 a	18.0 a	14.0 a	38.4 a	7829.8 a
Restringido	82.7 a	92.1 a	197.4 b	107.7 a	4.4 b	14.5 b	13.9 a	31.6 b	5542.3 b

* Valores con la misma letra son iguales estadísticamente al 5% de probabilidad (Tukey).

Las características agronómicas de las cruzas, fueron diferentes (($p \leq 0.01$); tanto en FM y FF se observa una amplitud de 11 y 13 días respectivamente; en tanto para AP y AM, se observa 31 y 36cm. En las características de mazorca, sobresale LM, HM y GH con rangos de 3.7 cm, 3.9 cm y 9 respectivamente. En RG se observó un rango de 4 013 Kg ha^{-1}. La cruza 23x28, fue estadísticamente la más sobresaliente en RG con 9 482 Kg ha^{-1}, similar a las cruzas 24x28 y 23x27 (Cuadro 3).

Cuadro 3. Medias de características de 15 cruzas derivadas de seis líneas de maíz.

Cruzas	FM	FF	AP	AM	DM	LM	HM	GH	RG
23x28	84	92	196	108	4.7	15.9	14	36	9482
24x28	81	86	201	98.2	4.5	17.7	13	38	8539
23x27	88	90	217	128	4.3	15.8	15	38	7811
24x26	79	87	200	91.9	4.7	17.9	13	39	7402
23x26	84	90	205	115	4.8	16.0	15	33	6913
25x28	84	90	202	107	4.5	17.4	14	39	6628
24x27	81	97	216	106	4.5	15.8	14	35	6503
25x26	82	88	213	106	4.7	16.6	14	35	6412
26x28	84	89	200	109	4.5	16.4	14	36	6344
26x27	87	93	227	128	4.7	17.0	16	34	6071
23x25	83	91	200	111	4.7	14.9	13	33	5810
23x24	77	86	199	97.8	4.4	14.2	14	30	5742
24x25	78	84	201	92.9	4.3	15.6	13	34	5690
27x28	86	86	198	114	4.5	16.8	14	31	5474
25 27	84	90	221	117	4.5	15.9	15	33	5469
DMS(5%)	2.2	4.4	12.5	9.01	0.2	1.47	1.1	2.6	1688

Efectos de ACG positivos y significativos (p≤0.01) de las líneas progenitoras (Cuadro 4) resalta la Línea 28 (AN78) para las variables GH y RG. Esta línea aporta a su descendencia mayor granos por hilera (GH) y rendimiento de grano (RG), pero menor altura de planta (AP). En contraste la línea 27 (AN82), presentó valores significativos para FF y altamente significativos para AP, AM y HM. Esta línea contribuirá en sus cruzas con más días a FF, mayor AP y AM y, a la vez contribuye con mayor número de hileras por mazorca (HM). La línea 23 contribuye con mayor (p≤0.01) AM pero con menor GH. La línea 24 presenta valores significativos y negativos (p≤0.01) para FM, FF, AM y HM; la línea 25 contribuye con valores negativos y significativos en FF y RG; en contraste la línea 26, contribuye con positiva y significativamente con FF y DM. El resto de las variables no mostraron diferencia significativa (p≤0.01) entre las cruzas en los valores tanto positivos como negativos.

Para los efectos de ACE, solo la cruza 23x28 presenta valores significativos (p≤0.05) para RG, donde participa la línea 28 con el valor más alto de ACG (Cuadro 4). Esta cruza también exhibió el mayor RG (Cuadro 3). Reyes *et al.* (2004), concluyen que una cruza simple será de alto rendimiento si sus dos líneas progenitoras son de alta ACG o si su efecto de ACE es alto o al

menos una de sus líneas es de alta ACG. Con excepción de la cruza 26x28 que presenta valores negativos para FM, DMz y el más alto y significativo (p≤0.01) para RG, el resto de las cruzas presenta valores de ACE cercanos ó iguales a cero.

Cuadro 4. Efectos de ACG y ACE de seis líneas de maíz y sus cruzas.

LÍNEAS	FM	FF	AP	AM	DM	LM	HM	GH	RG
23	0.2	0.8	-4.1	**5.8****	0	-0.9	-0.2	**-3.1****	-2.4
24	**-4.7****	**-4.4****	-3.9	**-14.1****	-0.1	0	**-0.7****	0.2	111.3
25	**-0.7***	-1	1.2	-2.3	0	-0.2	-0.3	-0.1	**-855.1***
26	**0.5****	0.3	3.3	1.5	**0.1***	0.6	0.3	0.5	-72
27	3	**2.4***	**11.7****	**10.9****	0	-0.2	**0.9****	-0.7	-525
28	**1.7****	1.9	**-8.3***	-1.8	0	0.7	-0.1	**3.2****	**1343.5****
Cruzas	**FM**	**FF**	**AP**	**AM**	**DM**	**LM**	**HM**	**GH**	**RG**
23x24	-0.9	0.5	-0	-2.5	-0.1	-1	0.4	-2.6	-1053
23x25	1.1	1.8	-4	-0.7	0	-0	-0	0.7	-19
23x26	0.6	0.1	-1	-0.6	0.1	0	0.5	0.4	301
23x27	-0.2	-2	3	2.8	**-0.2***	0.7	**-0.9****	0.2	-684
23x28	-0.6	-0.3	2.1	1	0.1	0.7	0.1	1.3	**1455.0***
24x25	0.2	-0.3	-3	0.7	-0.1	-0	0.1	-0.7	-252
24x26	0.5	1.7	-6	-4.1	0.1	1	-0	3.4	676
24x27	-0.6	-1.1	1.4	0.4	0	-0	-0	0.4	231
24x28	0.8	-0.9	7.2	5.5	0.1	0.8	0	-0.5	398
25x26	-0.8	-0.7	2.4	-2.4	0	-0	-0	-0.5	654
25x27	-0.8	-1	1.3	-0.1	0	0.1	0.3	-0.7	163
25x28	0.3	0.2	2.7	2.6	0	0.6	0	1.3	-546
26x27	-1	-1	-5	**-6.5***	0	-0	-1	0.5	17.3
26x28	**-1.2***	-2.1	-1	0.6	**-0.2***	-1	-0	-2.7	**-1613.3***
27x28	0.6	3.1	-11	**-9.6****	0.1	-1	0.3	0.7	307

*, ** Valores significativos al 0.05 y 0.01 de probabilidad.

La varianza aditiva (σ^2_A) predomino en las variables de FM, FF, AP y AM, y, por tanto se observó la heredabilidad tanto en sentido amplio (H^2) como estrecho (h^2) fue también alta, (Cuadro 5). En contraste, DM, LM y RG presentaron un efecto marcado de acción génica no-aditiva ó de dominancia (D). Por tanto, las características agronómicas (FF, FM, AP y AM) se pueden explotar por medio de la selección recurrente, en tanto que DM, LM y rendimiento a través de un método de selección reciproca recurrente. Márquez (1993) indica que los valores mayores a la unidad en la estimación del grado de dominancia, proporcionan información para explotar la heterosis y para incrementar la producción de grano en el cultivo del maíz.

Cuadro 5. Componentes de varianza de ocho variables agronómicas

Variables	σ^2_A	σ^2_D	σ^2_F	H^2	h^2	D
FM	27.122	0.603	28.878	0.96	0.939	0.21
FF	20.883	1.836	27.367	0.83	0.763	0.42
AP	169.217	26.057	232.433	0.84	0.728	0.55
AM	267.325	27.304	314.025	0.938	0.851	0.45
DMz	0.008	0.024	0.043	0.735	0.176	2.52
LMz	0.743	0.993	2.258	0.769	0.329	1.64
HMz	0.993	0.194	1.457	0.814	0.681	0.63
GH	13.00	5.401	20.05	0.918	0.648	0.91
REND	1378601.63	1090906.45	3148966.73	0.784	0.438	1.26

σ^2_A= Varianza aditiva, σ^2_D= Varianza de dominancia, σ^2_F= Varianza fenotípica, H^2=Heredabilidad en sentido amplio, h^2= Heredabilidad en sentido estricto, D= Grado promedio de dominancia.

CONCLUSIONES

El ambiente afecto significativamente a seis de las nueve variables inclusive a RG. Línea 28 presentó los mayores efectos de ACG para rendimiento de grano (RG). La cruza 23x28 que fue la que mayor promedio de RG estadísticamente igual a las cruzas 24x28 y 23x27. Las variables DM, LM y RG la acción génica no-aditiva fue la más importante.

BIBLIOGRAFÍA

Beltrán F. J, J. M Ribaut, D Beck, D González de León. 2003. Genetics diversity, especific ability, and heterosis in tropical maize ander stress and non; stress enviroments. Crop Sci. 4: 707-806.

Cockerham, C. Clark. 1963. Estimation of genetic variances. National Academy of Sciences National Research Council, Publication.

Comstock R. E Y H. F. Robinsón. 1948. The components of genetic variance in populations of biparental progenies and their use in estimating the average degrees of dominance. Biometrics. 4:254-266.

Gumpber, R.K. and M.S. Sohoo, 1988. Metroglyph analysis in Persian clover (Trifolium resupinatum). Indian J. Agric. Sci., 58: 958–9.

Griffing, B. 1956. Concept of general specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Aust. J. Biol. Sci. 9: 463-493.

Gutiérrez del R. E., A. Palomo G., A. Espinoza B. E. de la Cruz L. 2002. Aptitud combinatoria y heterosis para rendimiento de líneas de maíz en la Comarca Lagunera, México. Rev. Fitotec. Méx. 25 (3): 271-277.

Hsiao, T.C. 1973. Plant responses to water stress. Annual Review of Plant Physiology. 24:519-570.

INEGI (Instituto Nacional de Geografía y Estadística). 2008. Atlas nacional interactivo de México. [En línea]. Estado de Coahuila. http://www.inegi.org.mx. [Consultado 20 enero 2014].

Matsuoka, Y., Y. Vigouroux, M.M. Goodman, J. Sánchez, E. Buckler et al. 2002. A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. Proceedings of the National Academy of Sciences 99: 6080-6084.

Mladenovic, S., Trifunovic, S., Drinic, G., Kostantinov, K. 2002. Genetic divergence and its correlations to heterosis in maíze as revealed by SSR-based markers. Maydica 47:1-8.

Morales R., M. M., J. Ron P., J. J. Sánchez G., J. L. Ramírez D., L. Cruz L., S. Mena M., y S. Hurtado P. 2007. Relaciones fenotípicas y heterosis entre híbridos comerciales y germoplasma exótico de maíz en Jalisco, México. Rev. Fitotec. Mex. 30: 285-294.

Sánchez G., J. J., M. M. Goodman, and C. W. Stuber. 2000. Isozymatic and morphological diversity in the races of maize of Mexico. Econ. Bot. 54: 43-59.

Singh, R. B. and Bains, S. S. 1968. Genetic divergence for ginning outtum and its components in upland cotto. Ind. I. Gen. and Plant Breed 28:262-268.

Westgate, M.E. y J.S. Boyer. 1986. Reproduction at low silk and pollen water potentials in maize. Crop Science 26:951956.

Vasal, S.K., Srinivasan, G., Beck, D.L., Crossa, J., Pandey, S., de León, C. 1992. Heterosis and combining ability of CIMMYTs tropical late white maize germplasm. Maydica 37:217- 223.

Luchsiner L. A. y Violic M. A. 1972. Capacidad combinatoria y específica para rendimiento y sus componentes de 10 líneas de maíz. Fitotecnia Latinoamericana 8:36-40.

Márquez S. F. 1988. Genotecnia vegetal: Métodos, teoría, resultados. Tomo II. Primera edición. Editorial AGTESA. México. pp. 563-665.

ESTABILIDAD DEL RENDIMIENTO FORRAJERO DE TRES VARIEDADES DE SORGO DULCE

Pablo Alfredo Domínguez Martínez*[1], Rafael Jiménez Ocampo[1], Rigoberto Rosales Serna[1] y César Francisco Galindo Villanueva[1].

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental "Valle del Guadiana". Carretera Durango-El Mezquital km. 4.5. C.P. 34170. * dominguez.pablo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Los forrajes son la fuente de alimento más importante para los rumiantes (Aamir-Iqbal *et al*., 2015). Sin embargo, año con año se presenta una época de escases de forraje, durante la cual el desempeño del ganado se ve limitado. Es posible mejorar la productividad del ganado si se le proporciona forraje de buena calidad en la cantidad que requiere (Hussain *et al.,* 2002; Bhatti *et al.,* 2008; Ibrahim *et al.,* 2012). El aprovechamiento de forrajes cultivados intensivamente es una alternativa que permite satisfacer la demanda de forraje durante las épocas de escases.

El sorgo (*Sorghum bicolor*) es uno de los cereales cultivados de mayor antigüedad en el mundo (Iqbal e Iqbal, 2015). Actualmente el cultivo de sorgo para forraje está cobrando cada vez más importancia en diferentes regiones del mundo (Bhatti *et al.,* 2008). Por su gran capacidad de tolerar condiciones ambientales adversas, es un cultivo ideal para regiones semiáridas (Zerbini y Thomas, 2003). Su rápido crecimiento y elevada producción de biomasa (Zerbini y Thomas, 2003), contribuyen al éxito de su cultivo en suelos con poca humedad en climas templados (Nahar, 2011). Por lo tanto el sorgo dulce puede desempeñar un papel clave en la reducción del desequilibrio que existe entre la oferta y demanda de forrajes disponibles para la alimentación animal (Aamir-Iqbal *et al.,* 2015).

Aunque el sorgo dulce es un cultivo tolerante a condiciones ambientales adversas, es necesario evaluar el potencial productivo de variedades nuevas y conocer que ambientes son los más adecuados para su desarrollo. El objetivo del presente fue evaluar la estabilidad de la producción de forraje de tres variedades de sorgo dulce a través de ambientes diferentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el ciclo primavera verano del año 2014 se cultivaron tres variedades de sorgo dulce (Mercedes, Lico, TOM3) en cinco ambientes diferentes (Campo Experimental Valle del Guadiana, Colonia Hidalgo, La Ferrería, La Soledad y La Goma) dentro del estado de Durango. A excepción de la parcela sembrada en el Campo Experimental Valle del Guadiana (CEVAG), las parcelas de los ambientes restantes fueron sembradas por productores cooperantes. La siembra se realizó de manera mecánica en todas las localidades en las fechas señaladas en el Cuadro 1. Se sembraron 20 surcos de cada variedad, la distancia entre surcos fue de 0.8 m y

entre plantas de 5-6 cm. La dosis de fertilización promedio que se utilizó a través de los ambientes fue de 100-90-00 (Nitrógeno-Fósforo-Potasio; respectivamente). Además de la precipitación ocurrida durante el periodo de estudio, se aplicaron dos riegos de auxilio para evitar el estrés hídrico en el cultivo en todas las localidades. El control de malezas se realizó mediante escardas en cada uno de los sitios evaluados.

El muestreo de rendimiento se realizó a los 103 ± 9 días después de la siembra. Para ello, se cortaron cinco parcelas útiles de 4.05 m^2, dentro de los 20 surcos que se sembraron de cada variedad. El forraje resultante de cada parcela, se pesó en el sitio para obtener el rendimiento de forraje verde. Posteriormente se picó el forraje, utilizando un molino de martillos con criba de 2 cm. Una vez que el forraje se picó, se introdujo en bolsas de papel perforadas y se secó en una estufa de aire forzado a 60° C hasta peso constante, con la finalidad de obtener el contenido de materia seca de cada muestra.

Se realizó un análisis combinado (ambientes-genotipos) del rendimiento de forraje (verde y seco). Para la separación de promedios en cada factor de estudio se aplicó la prueba de rango múltiple de Duncan, *P=0.05*. También se estimaron los parámetros de estabilidad mediante el modelo de efectos principales aditivos e interacción multiplicativa (AMMI), el cual se utilizó para clasificar los ambientes e identificar líneas sobresalientes por su rendimiento forrajero y por su menor interacción con el ambiente (Gauch y Zobel, 1996). Para el análisis de varianza y los parámetros de estabilidad se utilizó el paquete estadístico SAS® 9.0 (SAS Institute, Inc. Cary, NC) y en el desarrollo del análisis AMMI se siguieron las recomendaciones de Vargas y Crossa (2000).

Cuadro 1. Fecha de siembra de tres variedades de sorgo dulce en cinco ambientes dentro del estado de Durango.

Ambiente	Municipio	Fecha de siembra
CEVAG	Durango	20/06/2014
Col. Hidalgo	Durango	03/06/2014
La Ferrería	Durango	14/07/2014
La Soledad	Canatlán	18/07/2014
La Goma	Lerdo	01/08/2014

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los datos de rendimiento para forraje verde se observaron diferencias altamente significativas (*P ≤ 0.01*), entre ambientes, genotipos y la interacción entre los dos factores. Las

diferencias estadísticas encontradas indican que las localidades (ambientes) y genotipos que se evaluaron, difieren en su potencial productivo y que además, algunos genotipos se comportan de manera diferente a través de los ambientes incluidos en el estudio. Para el rendimiento de forraje seco (materia seca), solo se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.01$) entre ambientes. Los genotipos y la interacción entre los dos factores no afectaron el rendimiento de materia seca.

Quizá las diferencias, en el rendimiento de forraje seco, causadas por efecto del ambiente se deben a las distintas características del suelo dentro de cada sitio, lo que a su vez confiere un potencial productivo distinto a pesar del genotipo (López-Salinas *et al*., 2011).

El sorgo dulce variedad TOM3 (140 t ha^{-1}) produjo la mayor cantidad de forraje verde a través de ambientes. La variedad Lico (132 t ha^{-1}) tuvo un valor intermedio, mientras que en la variedad Mercedes (111 t ha^{-1}) se observaron los rendimientos más bajos en todos los ambientes. En el rendimiento de materia seca no se observaron diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) entre variedades. Entre los sitios de estudio sobresalieron el CEVAG, La Ferrería y La Soledad (31, 27 y 26 t ha^{-1}, respectivamente) por su rendimiento de forraje seco. En sitio ubicado en la Colonia Hidalgo (20 t ha^{-1}) se presentaron rendimientos intermedios y en La Goma (13 t ha^{-1}) los rendimientos más bajos. El rendimiento bajo en la localidad de La Goma se debió a un ataque severo de pulgón amarillo (*Melanaphis sacchari* Z.). El daño que causa se debe a que el pulgón succiona la savia de las hojas (toman una coloración marrón), lo que retrasa su crecimiento y por ende su rendimiento (SENASICA, 2014). Además, sobre la melaza que produce el pulgón se puede presentar “Fumagina” e incluso hay reportes de que el pulgón puede transmitir varios virus que limitan el desempeño de los sorgos forrajeros (SENASICA, 2014).

Aunque no se observaron diferencias estadísticas entre variedades para el rendimiento de forraje seco, en la figura 1 se aprecia que las variedades TOM3 y Lico tuvieron menor interacción con el ambiente. Un menor grado de interacción con el ambiente es ideal cuando se buscan genotipos vegetales con buenos rendimientos y amplia adaptabilidad (Vargas y Crossa, 2000). Sin embargo también es válido considerar la adaptación a un sitio en específico, siempre y cuando el material presente estabilidad en sus rendimientos a través de varios años de cultivo.

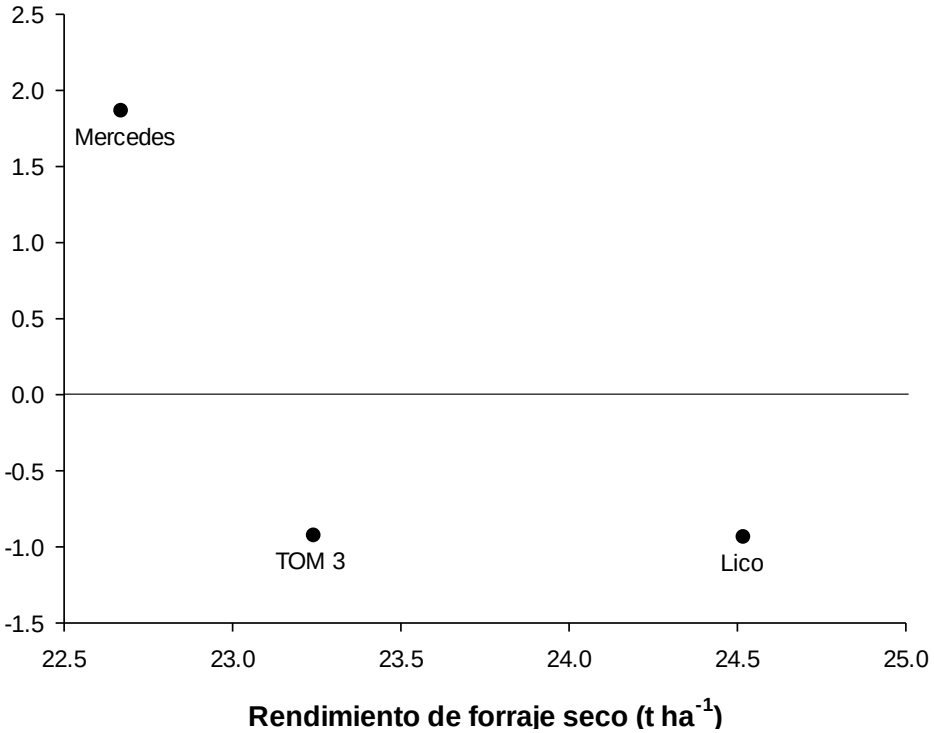


Figura 1. Efectos principales e interacción observada para el rendimiento de forraje seco de tres variedades de sorgo dulce.

Como ya se mencionó anteriormente, los ambientes que sobresalieron por su rendimiento de materia seca fueron CEVAG, La Ferrería y La Soledad. Sin embargo de los tres ambientes sobresalientes, el que menor interacción tuvo con los genotipos y buen potencial de rendimiento fue el sitio de La Ferrería, en el municipio de Durango (Figura 2). En el CEVAG y La soledad también se aprecia una reducida interacción con los genotipos, a pesar de ello, en el primero se obtuvo un mayor rendimiento de materia seca por hectárea y en el segundo menor rendimiento comparado con el obtenido en La Ferrería, aún y cuando las condiciones climáticas son relativamente similares.

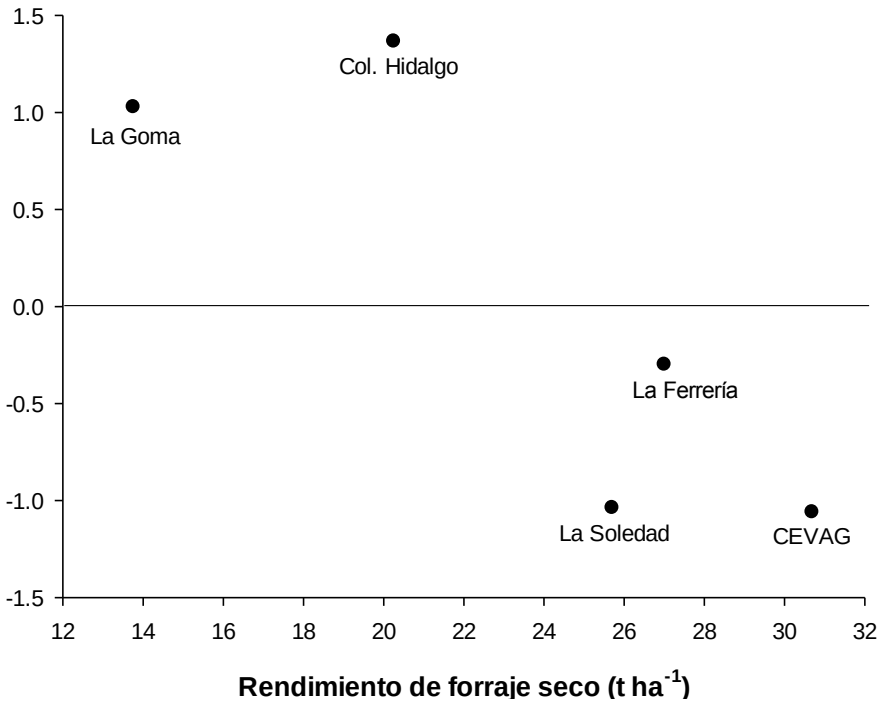


Figura 2. Componentes principales e interacción de los ambientes con respecto al rendimiento de las variedades de sorgo dulce.

CONCLUSIÓN

Las variedades más estables a través de los ambientes incluidos en el estudio fueron TOM3 y Lico, aunque no hubo diferencias estadísticas entre los rendimientos de forraje seco de los tres materiales. La Ferrería resultó ser el sitio con menos interacción con los genotipos de sorgo. Mientras que en el CEVAG se pueden obtener los mayores rendimientos por hectárea, el comportamiento productivo (materia seca por hectárea) de los sorgos puede variar en este sitio.

BIBLIOGRAFÍA

Aamir-Iqbal, M., B. Ahmad, M. Hussnain-Shah y K. Ali. 2015. A study on forage sorghum (Sorghum bicolor L.) production in perspectives of white revolution in Punjab: Issues and Future Options. Am. Euras. J. Agric and Environ. Sci. 15 (3): 640-647.

Bhatti, I.H., R. Ahmad, A. Jabbar, M.S. Nazir y T. Mahmood. 2008. Competitive behaviour of component crops in different sesame legume intercropping systems. Int. J. Agric. Biol., 8: 165-167.

Gauch, H. G. y R. W. Zobel.1996. AMMI analysis of yield trials. In: Kang, M. S. and Gauch, H. G. (eds.) Genotype-by-environment interaction. CRC Press, Boca Raton, FL, USA. p. 1-40.

Hussain, I., S.A. Jatoi, O. Sayal y M.S. Baloch. 2002. Green fodder yield and land equivalent ratio of sorghum-legume association. Pak. J. Biol. Sci. 3(1): 175-176.

Ibrahim, M., M. Ayub, A. Tanveer and M. Yaseen. 2012. Forage quality of maize and legumes as monocultures and mixtures at different seed ratios. J. Animal Plant Sci. 22(4): 987-992.

Iqbal, M.A. y A. Iqbal. 2015. Overviewing forage shortage for dairy animals and suitability of forage sorghum for ensiling. Global Vet. 14(2): 173-177.

López-Salinas, E., J. A. Acosta-Gallegos, O. H. Tosquy-Valle, R.A. Salinas-Pérez, B. M. Sánchez García, R. Rosales-Serna, C. González-Rivas, T. Moreno-Gallegos, B. Villar Sánchez, H. M. Cortinas-Escobar, R. Zandate-Hernández. 2011. Estabilidad de rendimiento en genotipos mesoamericanos de frijol de grano negro en México. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 2(1): 29-40.

Nahar, K. 2011. Sweet sorghum: an alternative feedstock for bioethanol. Iranica. J. Energy Environ. 2: 58-61.

SENASICA. 2014. Pulgón Amarillo, *Melanaphis sacchari* Z. Ficha Técnica Núm. 43. 15 p.

SAS Institute, Inc. 2006. SAS/STAT 9.0 user's guide. SAS Institute, Inc., Cary, NC.

Vargas, H. M. y J. Crossa. 2000. El análisis AMMI y la gráfica del biplot en SAS. Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Distrito Federal, México. 42 p.

Zerbini, E. y D. Thomas. 2003. Opportunities for improvement of nutritive value in sorghum and pearl residues in south Asia through genetic enhancement. Field Crop Res. 84: 10-15.

DIAGNÓSTICO NUTRIMENTAL FOLIAR EN VIÑEDOS DE AGUASCALIENTES

Manuel Antonio Galindo-Reyes[1], Ricardo Favián Guevara-Medina[2], Osias Ruiz-Álvarez[1], Ambrosio Franco-Bañuelos[2]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental Pabellón. Pabellón de Arteaga, Aguascalientes. [2]Univarsidad Autónoma de Zacatecas. Cieniguillas, Zacatecas. Correo electrónico, galindo.manuel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El estado de Aguascalientes cuenta con amplio reconocimiento y tradición en el cultivo de vid; actualmente, se ubica como cuarto estado productor a nivel nacional. En el año 2012 se cultivaron en entidad más de 835 hectáreas y tiene presencia en siete de los once municipios que conforman (SIAP, 2013). Las variedades más cultivadas son Salvador, Globo Rojo, Malbec, Rubi Cabernet, Chening Blanc y Carignan. La producción se destina para jugos o concentrados, consumo en fresco o mesa y para vino. Además, tiene importancia económica y social, ya que presenta alto valor en la producción, genera ingresos a 235 productores y se producen empleos en las fases de producción, industrialización y comercialización del producto.

Se podría considerar la década los ochenta como la “época de oro” de la viticultura en Aguascalientes. En 1980 se cultivaron poco más 13,000 hectáreas de vid en el estado; sin embargo, problemas diversos (SIAP, 2013), como la presencia de enfermedades, plagas, falta de agua y en general el deficiente manejo del cultivo, provocaron una reducción drástica de los rendimientos y vida productiva de los viñedos. Esto originó reducción drástica en superficie cultivada, baja productividad, rentabilidad y competitividad en el mercado de uva.

Las plantas, para su crecimiento, desarrollo y producción, requieren de un suministro continuo y balanceado de nutrimentos. Si cualquiera de estos nutrientes se encuentra en cantidades limitadas, el comportamiento del cultivo disminuye y, finalmente, resulta en desórdenes de nutrición. Cuando existen deficiencias y toxicidades, las plantas manifiestan bajo rendimiento, mala calidad de fruto y posiblemente reducción en la vida productiva del cultivo.

Por otra parte, el análisis de tejido vegetal es una herramienta esencial para el diagnóstico nutricional de huertos frutales. Este análisis, complementado con análisis de agua, análisis de suelo y la observación permanente de los factores de manejo del huerto, le permite al agricultor ajustar la dosis de fertilización. De acuerdo con lo anterior, esta investigación tuvo como objetivo determinar el estado nutrimental actual de viñedos en el estado de Aguascalientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

En esta investigación se tomaron muestras foliares de 34 viñedos que se seleccionaron al azar en los municipios productores de vid en el estado de Aguascalientes y estos viñedos sumaron una superficie de 553.22 de las 835 hectáreas reportadas (SIAP, 2013). No obstante, los viñedos presentaban diferencias tanto en variedad, heterogeneidad del suelo y superficie por lo que se decidió colectar de una a tres muestras en cada viñedo, por lo que se tomaron un total de 52 muestras de follaje.

Para fines prácticos, las muestras se dividieron en función del destino del fruto de la variedad, para ello se identificaron tres tipos de variedades; para jugos y concentrados (30 muestras), para consumo en fresco (12 muestras) y para vinificación (10 muestras), para sumar un total de 52 muestras. La variedad para jugo y concentrados correspondió a Salvador, para consumo en fresco se representó con la variedad Globo Rojo y para vinificación con Malbec.

El muestreo de hoja consistió dividir el viñedo en secciones con características homogéneas, en variedad, edad, pendiente, profundidad y color de suelo, y con ello se preparó un croquis del viñedo para delimitar áreas o unidades de muestreo con cierto grado de uniformidad.

En cada unidad de muestreo se tomó una muestra compuesta representada por doce submuestras. Las submuestras se tomaron en forma de “X”; es decir, se formaron dos diagonales en el viñedo y con ello se trató de cubrir toda la unidad de muestreo. La recolección de las submuestras consistió en fijar un punto. Para ello se cortaron diez peciolos opuestos al racimo de dos plantas adyacentes al punto de muestreo fijado; es decir, se colectaron diez peciolos por submuestra, por lo que la muestra compuesta se formó por 120 peciolos.

Las hojas se lavaron tres veces; la primera, con agua y detergente a 0.2%, la segunda y tercera se realizó con agua destilada y se escurrieron para quitar el exceso de agua. Posteriormente secaron en estufa de aire forzado a temperatura de 65 °C, hasta alcanzar peso constante. Finalmente las muestras se etiquetaron y se enviaron al laboratorio donde se determinó N, P, K, Ca, Na, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn.

Metodología para interpretación nutrimental

Dentro de cada tipo de variedad determinada por el destino final del fruto, las muestras foliares se dividieron en plantas directas e injertadas, ya que se realizaron comparaciones mediante pruebas de T y se encontraron diferencias estadísticas significativas.

Para la interpretación del análisis químico foliar del diagnóstico nutrimental se utilizó el enfoque desarrollado por Kenworthy (1973). Esta metodología consistió en calcular índices de balance mediante las ecuaciones siguientes:

a). Cuando X (valor reportado en laboratorio) fue menor que el valor estándar:

$P = (X/S)\ 100$

$I = (100 - P)\ (CV/100)$

$B = P + I$

b). Cuando X (valor reportado en laboratorio) fue mayor que el valor estándar:

$P = (X/S)\ 100$

$I = (P - 100)\ (CV/100)$

$B = P - I$

Donde:

X = Muestra problema; S = Valor estándar; P = Porcentaje del estándar; I = Influencia de la variación; CV = Coeficiente de variación; B = Índice de balance.

Para la variedad Salvador se tomaron como valores estándar los propuestos por Dami *et al*. (2005) para híbridos productores directos tipo Seibel, ya que el cultivar en cuestión corresponde a Seibel 128; mientras que para la variedad para consumo en fresco se seleccionaron los estándares sugeridos por Plama (2006); y para la variedad para vino se tomaron los estándares reportados por Romero *et al*. (2004). Los coeficientes de variación se tomaron de resultados de esta investigación como lo indica (Salazar-García y Lazcano-Ferrat, 1999). Finalmente, el diagnóstico se hizo considerando la concentración nutrimental promedio para cada tipo de variedad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diagnóstico nutrimental foliar en vid (Salvador) para jugos y concentrados

En general, las plantas injertadas presentaron mayor concentración nutrimental foliar en comparación de las plantas directas (Figura 1). Así mismo, Ibacache y Sierra (2009) señalan que la concentración nutrimental foliar de N, P, K siempre fue mayor en los portainjertos que en las variedades directas para mesa.

La concentración para Na se encontró en el rango de moderadamente bajo en vid Salvador, tanto en plantas directas como injertadas (Figura 1), lo cual es deseable para el cultivo de vid. Al respecto, Palma (2003) señala que arriba de 0.5% de Na en las hojas se considera excesivo e incluso toxico para esta especie.

El N, Mg, Cu se encontraron en el rango de moderadamente bajo esto en plantas directas; en cambio, el N en plantas injertadas se encontró normal, Mg y Cu en un rango de moderadamente alto. Sin embrago, se esperaría que los niveles de Cu foliares fueran normales porque algunos productores aplican fungicidas con base en cobre para control de enfermedades durante el

periodo de lluvias, tal como se realiza en otros huertos de frutales como aguacatero (*Persea americana* Mill.) en Nayarit (Salazar-García y Lazcano-Ferrat, 1999).

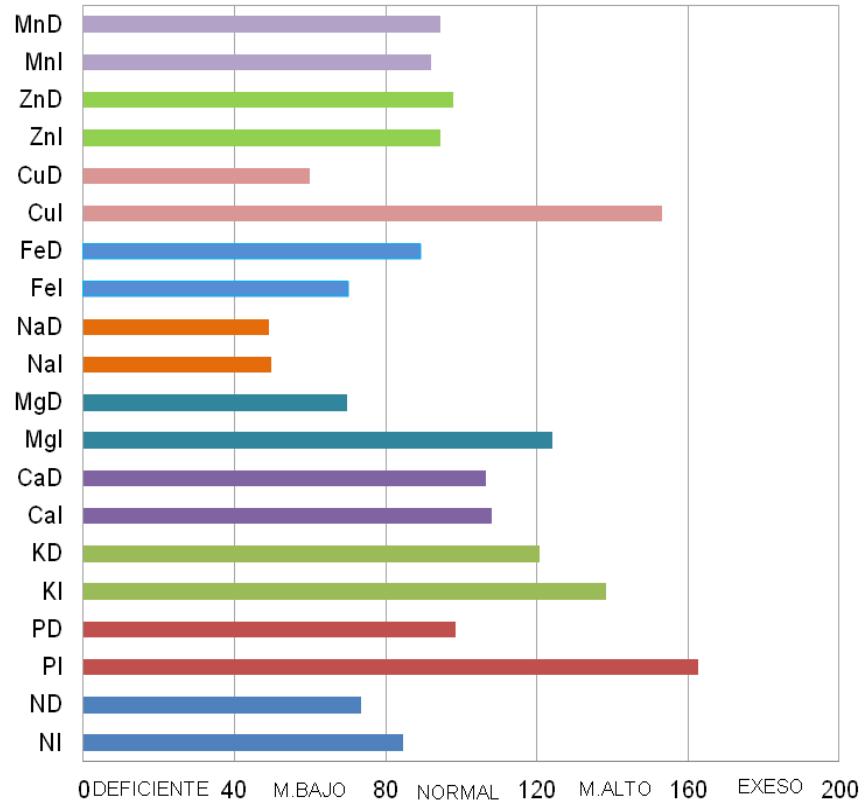


Figura 1. Diagnóstico nutrimental foliar en vid Salvador en el estado de Aguascalientes. D, variedad directa y I, variedad injertada.

La concentración foliar de Fe fue menor en plantas injertadas que en plantas directas, ya que la concentración en las primeras tipo de planta se ubicó en el rango de moderadamente bajo y en las segundas en el rango normal.

El P, K se ubicaron en el rango normal en plantas directas; en cambio, las plantas injertadas presentaron una concentración moderadamente alta. En el caso de la concentración de K alta en follaje se atribuye al suelo.

La concentración foliar de Ca, Zn, Mn se ubicó en el rango normal, tanto en plantas directas como injertadas.

Diagnóstico nutrimental foliar en vid (Red Globe) para consumo en fresco

Las plantas injertadas presentaron menores deficiencias nutrimentales en comparación con las plantas directas (Figura 2). En este sentido, Ibacache y Sierra (2009) mencionan que en la

variedad Globo Rojo, la concentración nutrimental foliar de N, P, K siempre fue mayor en plantas injertadas que en plantas directas.

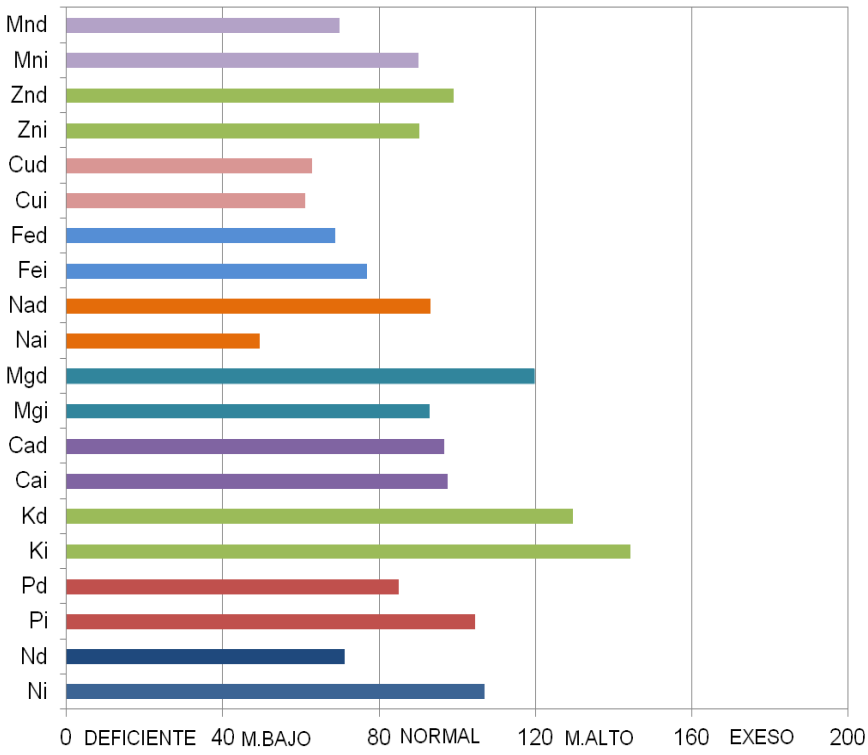


Figura 2. Diagnóstico nutrimental foliar en vid para consumo en fresco en el estado de Aguascalientes. D, variedad directa y I, variedad injertada.

La concentración de Cu y Fe se encontraron en el rango de moderadamente bajo para ambos tipos de plantas (Figura 2).

El N y Mn se localizaron en un rango moderadamente bajo para las plantas directas, en tanto que para plantas injertadas la concentración estuvo en el rango normal. En el caso del Na se encontró en el rango moderadamente bajo en las plantas injertadas; en cambio, en plantas directas la concentración se encontró en el rango normal.

P, Ca, Zn se localizaron en el rango normal en ambo tipos de plantas (Figura 2). Finalmente, la concentración de K se encontró en un rango moderadamente alto esto se debió a que las muestras de suelo presentan gran cantidad de este elemento. Además, en las variedades para consumo en fresco el productor aplica fertilizante potásico con el objeto de incrementar y mejorar la calidad del fruto, tal como señala Dhilon *et al*. (1990) en vid para mesa.

Diagnóstico nutrimental foliar en vid (Malbec) vid para vinificación

En vid para vinificación la mayoría de los elementos mostraron concentraciones nutrimentales por debajo de lo normal, tanto para plantas directas como injertadas, ya que sólo P, Mn y Zn se encontraron prácticamente en concentración nutrimental dentro del rango normal (Figura 3). Así, ambos tipos de planta mostraron concentración de Cu en la categoría de deficiente en los dos tipos de planta.

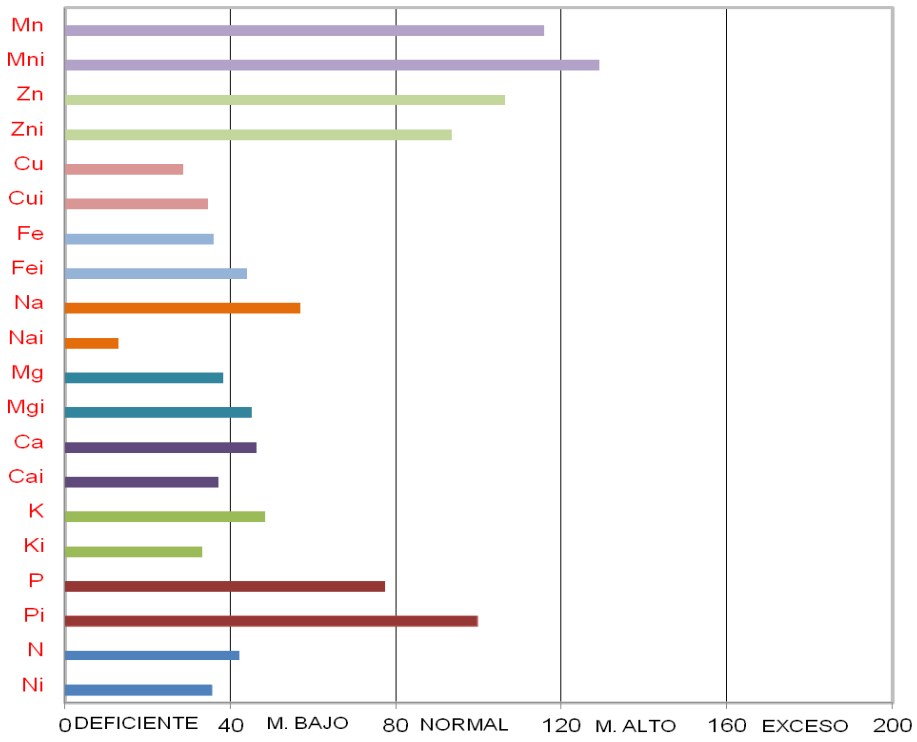


Figura 3. Diagnóstico nutrimental foliar en vid para vino en el estado de Aguascalientes. D, variedad directa y I, variedad injertada.

Las platas directas presentaron una concentración mayor de N, K, Ca y Na que las plantas injertadas, al ubicarse las primeras en el rango de moderadamente bajo y las segundas en rango deficiente. No obstante, en el caso de Na se recomienda mantener niveles bajos de concentración en las hojas para evitar toxicidad.

La concentración de Fe y Mg se detectó moderadamente bajo en plantas injertadas y en deficiente en plantas directas.

Las concentraciones de P, Mn y Zn prácticamente se ubicaron en el rango normal para ambos tipos de planta.

El P, K se ubicaron en el rango normal en plantas directas, en cambio las plantas injertadas presentaron una concentración moderadamente alta. En el caso de la concentración de K alta en follaje se atribuye al suelo. En este sentido, Kodur (2011) menciona que la concentración del K en la planta depende de varios factores como el portainjerto, variedad, tipo de suelo, clima, entre otros; así, las plantas cultivadas en suelos con alta concentración de K presentarán una acumulación mayor de este elemento.

La concentración foliar de Ca, Zn, Mn se ubicó en el rango normal, tanto en plantas directas como injertadas.

CONCLUSIONES

En general se encontraron más deficiencias nutrimentales en plantas directas que en injertadas.

En los tres tipos de vid hubo deficiencias foliares en nitrógeno, cobre y hierro.

Las concentraciones de fósforo, manganeso y zinc casi siempre estuvieron normales.

La variedad para vinificación presentó más deficiencias nutrimentales que las otras variedades.

BIBLIOGRAFÍA

Dami, I., B. Bordelon, D. C. Ferre, M. Brown, M. A. Ellis, R. N. Williams and D. Doohan. 2005. Medwest grape production guide. Bulletin 919. Ohio State University Extensión. 155p.

Dhillon, W. S.; A. S. Bindra, and B. S. Brar. 1999. Response of grapes to potassium fertilization in relation to fruit yield, quality and petiole nutrient status. J. Indian Soc. Soil. Sci. 47: 89-94.

Ibacache, G. A. and C. Sierra V. Influence of rootstocks on nitrogen, phosphorus and potassium content in petioles of four table grape varieties. Chilean Journal of agricultural Research 69:503-508.

Kenworthy, A. L. 1973. Leaf analysis as an aid in fertilizing orchards. In: Soil testing and plant analysis. Walsh, L. M. and J. D. Beaton (eds.). Soil Sci. Soc. Amer. Madison, WI. USA. pp. 381-392.

Kodur, I. 2011. Effects of juice pH and potassium on juice and wine quality, and regulation of potassium in grapevines through rootstocks *(Vitis)*: a short review. Vitis 50:1-6.

Palma, M. J. F. 2006. Guía de manejo. Nutrición vegetal de especialidad. Uva de mesa. SQM. The worldwide business formula. Santiago, Chile. 135 pp.

Romero, L. I., Rueda, I. M., Iñigo, I. L., Oliveras, G. C., Rubio, V. M. T., Llaría, L. D., Domínguez, E. G.-E. 2004. Diagnóstico nutricional de" vitis vinifera" L cv Tempranillo en la DO Ca. Rioja: Niveles Críticos Preliminares. *Zubía*(16), 41-57.

Salazar-García, S. y I. Lazcano-Ferrat, 1999. Diagnóstico nutrimental del aguacate 'Hass' bajo condiciones de temporal. Revista Chapingo Serie Horticultura 5:173-184.

SIAP. 2013. Producción agropecuaria. Consultado 13 de agosto, 2014,

DINÁMICA MICROBIOLÓGICA EN CULTIVOS REGADOS CON AGUAS RESIDUALES TRATADAS

María del Rosario Jacobo Salcedo[1], Denisse Analy Mejía Núñez[2], Ricardo Trejo Calzada[2], Uriel Figueroa Viramontes[3]

[1] INIFAP. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria Relación Agua-Suelo-Planta-Atmosfera. Margen Derecha Canal de Sacramento, Gómez Palacio, Durango. C. P. 35140. [2] URUZA-Chapingo. Unidad Regional de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Durango. C.P. 35230. [3] INIFAP Centro de Investigación Regional Norte Centro. Matamoros Coahuila, Blvd. José Santos Valdéz No. 1200, Centro. CP. 27440.e-mail: jacobo.rosario@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

A nivel nacional, la SAGARPA en el 2014 reporta 22, 202,748.03 ha cultivadas bajo producción agrícola de riego y temporal en cultivos cíclicos y perenes, mientras que de riego se tienen documentadas solo 5, 865,683.27 ha el cual representa el 26.41% de la producción a nivel nacional (SAGARPA, 2014). Para este mismo año, la Comarca Lagunera generó el 2.58% de la producción de riego a nivel nacional. Se reportó una producción de 75,685.69 ha en la Laguna de Coahuila y de 76,116.96 ha en la Laguna de Durango en cultivos cíclicos y perenes de riego, los cuales representan el 48.60% y 47.03% del total de la producción de los estados de Coahuila y Durango respectivamente (SAGARPA, 2014).

La Comisión Nacional del Agua reportó para el acuífero principal de la Comarca Lagunera en el 2008 una recarga de 518 Mm^3 mientras que el volumen concesionado es de 651.2 Mm^3, por lo tanto el déficit mostrado en este año fue de 132 Mm^3; sin embargo, para el 2014 se presenta un déficit es de 123 Mm^3 lo cual permite visualizar una disminución del 2008 al 2014 (CONAGUA, 2014). De esta manera es visible la sobreexplotación de acuíferos para la obtención de agua dulces de consumo humano. El recurso hídrico no solo es vital para el consumo humano directo, sino también para la producción de alimentos y productos industriales. La agricultura de secano puede aumentar el rendimiento de la mayoría de los cultivos entre un 100 a un 400% mediante la implementación de diferentes sistemas de riego y permite cultivar distintos productos con un mayor valor económico.

Debido a la alta demanda hidrológica, donde la agricultura indudablemente es el mayor consumidor de agua, dado que representa casi el 70% de todas las extracciones, aunque en países en desarrollo como lo es México la demanda puede ir hasta el 95%. La alta y creciente demanda del recurso hídrico sin duda alguna nos ha llevado a desarrollar procesos tecnológicos así como sistemas de riego más eficientes en los que se desarrolle un uso más racional de este recurso no renovable. En la búsqueda de la optimización del uso del agua una de las

alternativas es el uso de aguas residuales crudas, tratadas o semi-tratadas (Winpenny J. *et al.,* 2013).

La Organización de las Naciones Unidas ha estimado que al menos 50 países riegan una superficie cercana a 20 millones de hectáreas con aguas residuales sin tratar, tratadas parcialmente y/o diluidas. Lo cual representa alrededor del 10% del total de las tierras de regadío. Alrededor de 525 000 ha son regadas con agua residuales. A pesar de que se ha progresado en el control de la contaminación de las aguas residuales municipales, aun se sigue regando con aguas residuales sin tratar (Jiménez y Asano, 2008 a,b; Lazarova y Bahri, 2008; Bahri, 2009; Salgot y Huertas, 2006).

La alternativa en el uso de agua residual para la agricultura se ha generalizado en México a pesar de que la cantidad de agua empleada no representa una opción como solución tangible a la extracción de los mantos acuíferos, si representa un factor de atención por los niveles contaminantes que este tipo de agua puede proveer así como el potencial de contaminación a los acuíferos y suelos regados con las mismas (Morillo *et al.,* 2009). Es por ello que la necesidad preponderante del monitoreo de los microorganismo patógenos que pueden llegar a contaminar e infectar a los consumidores. En los últimos años se han realizado diferentes investigadores relacionados con la contaminación química del agua y suelo; sin embargo, desde el punto de vista microbiológico se carece de análisis sistemáticos así como datos recientes del estado de contaminación microbiana.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó en el campo experimental del INIFAP–CENID-RASPA (25°35´18.13´´N; 103°27´01.77´´O). Se estableció un cultivo de maíz forrajero (Asgrow) el cual se sembró a una distancia de 5 plantas por metro para obtener una población de 62,500 plantas por hectárea. Los tratamientos consistieron en dos tipos de agua para riego (agua de pozo y residual tratada) y tres tiempos de muestreo (24, 48 y 72 h). Se realizaron 4 réplicas de cada tratamiento.

El proceso de muestreo de agua se desarrolló con base en la norma NMX-AA-42-1987, la cual indica que para el análisis bacteriológico, se deben tomar en frascos lavados con extremo cuidado y esterilizados. Se colocó previo a la esterilización, 0.1cm^3 de solución de tiosulfato de sodio al 1% con el propósito de inhibir la acción del cloro que puede contener la muestra, las muestras se conservaron en refrigeración a 4°C. Las muestras de suelo y planta se tomaron de 8-10 puntos diferentes de la parcela experimental de la cual se realizó una muestra compuesta, posteriormente las muestras se refrigeraron para su trasporte y su posterior análisis.

Se realizó muestreo de suelo y agua previa al riego de las dos fuentes, y posterior al riego se colectaron suelo y planta a las 24, 48 y 72 h con el objetivo de evaluar el proceso de evolución de la carga bacteriana y parasitaria. En estas muestras se analizaron los siguientes parámetros considerando las normas pertinentes en cada caso, Coliformes fecales y totales (NMX-AA-42-1987), *Salmonella* (NOM-004-SEMARNAT-2002), *E. coli* (NMX-AA-42-1987) así como huevos de helmintos (NOM-001-ECOL-1996).

El diseño experimental fue de bloques al azar con 8 tratamientos y 4 repeticiones. Las unidades experimentales fueron las parcelas regadas con agua residual y con agua de pozo y las variables estudiadas fueron la concentración de patógenos (Coliformes totales, fecales, *E.coli, Salmonella, Shigella*, huevos de helmintos). Para verificar la distribución normal y la homogeneidad de varianza de los datos obtenidos se realizaron las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y de Shapiro-Wilk, por lo cual se realizó una transformación de raíz cuadrada. Se calcularon estadísticas descriptivas de las concentraciones de Coliformes totales y huevos de helmintos. Asimismo, se llevó a cabo análisis de varianza de un factor y prueba de Tukey HDS para probar significancia entre los tratamientos con respecto al tiempo de evaluación. Se consideró significancia a un nivel de $P<0.05$, se empleó en programa SPSS, Versión 18.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran que el agua residual empleada para el riego del cultivo establecido se encuentra sobre los límites permisibles por la NOM-001-ECOL-1996 con una población media de Coliformes fecales de 1.6×10^5 NMP/100ml mientras que la norma indica un límite de 2000 NMP/100ml, con lo cual se tiene una condición de riesgo microbiológico importante para los usuarios del agua residual. Por otro lado, el agua de pozo empleada durante el experimento presentó una concentración media de 230 NMP/100ml, en donde esta población microbiológica se encuentra dentro de los limites contaminantes para riego agrícola, es importante que dicha población se debe principalmente a la posible contaminación por las tuberías de conducción.

Los patógenos entéricos que pueden ser encontrados incluyen a los virus, bacterias, protozoarios y helmintos. El riesgo de infección por contacto con este tipo de agua se relaciona directamente con diferentes factores como la concentración de patógenos y su dispersión en el agua, la dosis infecciosa y la susceptibilidad de la población expuesta (Hass *et al.* 1999).

La persistencia de los coliformes totales en el suelo mostraron una diferencia estadísticamente significa ($F=8351.788$, g.l.=7,16, $P<0.001$) con base en el tipo de agua empleada para el riego del cultivo. De la misma manera fue posible visualizar la resistencia de estos microorganismos

al ambiente, en donde posterior a las 72 h la población de patógenos disminuyó al 2.7% de la población inicial en el suelo regado con aguas residuales. Bajo estos resultados en posible indicar que en un tiempo superior a las 72 h es suficiente para disminuir a límites no dañinos para los usuarios o consumidores para los usuarios.

Las bacterias son los microorganismos más comúnmente encontrados en las aguas recicladas (Toze, 1999). Existe un gran número de bacterias patogénicas y oportunistas que pueden ser encontradas en aguas residuales, y su mayoría son de origen entérico (Mazari-Hiriart *et al.,* 2008). Las bacterias aumentan exponencialmente su concentración y representan la forma de transmisión más común de enfermedades por contaminación de agua y/o alimentos (Romero-Cabello, 2007). Situación similar es observada en la evaluación de huevos de helmintos en donde se presentó diferencia significativa ($F=81.840$, g.l.=7,16, $P<0.001$) entre el uso de aguas residuales y pozo para riego agrícola, la población de estos organismos fue mayor en agua residual con una media de 24 huevos por 2 g de suelo, mientras que en suelo regado con agua de pozo la media fue de 4 h/2 g.

Cuadro 1. Concentración de Coliformes Totales y huevos de helminto en parcelas regadas con agua de pozo y agua residual a diferentes tiempos.

		Suelo		**Planta**	
Tipo de Agua	***Tiempos de Muestreo***	***Coliformes NMP***	***Huevos de Helmintos (H/2g)***	***Coliformes NMP***	***Huevos de Helmintos (H/2g)***
A. Pozo	O h	230 ^{ab}	5 ^{a}	0 ^{a}	1^{a}
A. Pozo	24 h	2 367 ^{c}	5 ^{a}	160 000 ^{d}	0 ^{a}
A. Pozo	48 h	2 033 ^{bc}	3 ^{a}	196 ^{a}	0 ^{a}
A. Pozo	72 h	80 ^{a}	3 ^{a}	80 ^{a}	0 ^{a}
A. Residual	O h	190 ^{a}	5 ^{a}	0 ^{a}	1 ^{a}
A. Residual	24 h	160 000 ^{e}	28 ^{b}	160 000 ^{e}	10 ^{c}
A. Residual	48 h	160 000 ^{e}	32 ^{b}	21 667 ^{c}	9 ^{c}
A. Residual	72 h	43 333 ^{d}	32 ^{b}	17 000 ^{b}	5 ^{b}

La persistencia de los coliformes totales en las plantas de maíz posterior al riego aplicado mostraron una diferencia estadísticamente significativa ($F=21972.20$, g.l.=7,16, $P<0.001$) con base en el tipo de agua empleada para el riego del cultivo. Fue posible visualizar la resistencia de estos microorganismos al ambiente posterior al riego donde la población patogénica disminuyó al 1.06% de la población inicial. Mientras que en la evaluación de huevos de helmintos en donde se presentó diferencia significativa ($F=21.867$, g.l.=7,16, $P<0.001$), la

población de estos parásitos fue mayor en agua residual con una media de 6 huevos por 2 g de planta, mientras que plantas regadas con agua de pozo la media fue de 0. 3 huevos por 2 g.

Dentro de los microorganismos que pertenecen a la familia de los coliformes, los de mayor importancia son Salmonella, Shigela y *E. coli* (Aguilar *et al.,* 2003); estos microrganismos poseen una capacidad patogénica importante y es por ello que la determinación de su presencia dentro de este tipo de análisis es de vital importancia para la evaluación de los mismos como posibles vectores de propagación de enfermedades (Koneman *et al.,* 2008).

Cuadro 2. Determinación de Coliformes fecales, *Salmonella*, *Shigela*, *E.coli* en suelo y planta, en parcelas regadas con agua de pozo y agua residual a diferentes tiempos.

		SUELO				**PLANTA**			
Tipo de Agua	**Tiempo**	**C. Fecales**	**Salmonella**	**Shigela**	**E. coli**	**C. Fecales**	**Salmonella**	**Shigela**	**E. coli**
A. Pozo	**O h**	Positivo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
A. Pozo	**24 h**	Positivo	Positivo	Negativo	Negativo	Positivo	Negativo	Negativo	Negativo
A. Pozo	**48 h**	Positivo	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Negativo	Negativo
A. Pozo	**72 h**	Positivo	Negativo	Negativo	Negativo	Positivo	Negativo	Negativo	Negativo
A. Residual	**O h**	Positivo	Negativo	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
A. Residual	**24 h**	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo	Negativo	Positivo
A. Residual	**48 h**	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo	Negativo	Positivo
A. Residual	**72 h**	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo	Negativo	Positivo

Como es de esperar la presencia de *Coliformes fecales, Salmonella, Shigela y E. coli* se encontraron presentes tanto en suelo como en plantas regadas con agua residual a diferencia de aquellas regadas con agua de pozo. La presencia de Coliformes fecales en muestras de agua de pozo normal por la contaminación humana, la acción del viento aunado a la adición de estiércoles aunque esta se encuentra dentro de límites permisibles.

CONCLUSIONES

Las concentraciones de patógenos en agua residual proveniente de un tratamiento secundario poseen una concentración de patógenos que sobre pasa lo establecido por la norma. Sin embargo, las concentraciones de estos patógenos disminuyen con el paso del tiempo con lo cual se disminuye de la misma manera el nivel de infección. Por otro lado, los niveles de huevos helmintos viables permanecen constantes al paso de las 72 h los datos obtenidos poseen un niveles que sobre pasan lo estipulado por la NOM-001- ECOL-1996 de 5 huevos por litro de agua de riego con una población media de 27 huevos los cuales se acumulan en suelo con el paso de los riegos aplicados. Es vital considerar que el agua residual tratada es una buena opción para su aprovechamiento en áreas agrícolas sin dejar de lado los cuidados necesarios en su manipulación para evitar ser factores de propagación de enfermedades.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar J, Mazari-Hiriart M (2003) Escherichia coli Virulence Factors in Water from the Xochimilco Area, Mexico City. 4th International Symposium on Wastewater Reclamation and Reuse, 19th November. Mexico City, Mexico: International Water Association.

Bahri, A. 2009. Managing the other side of the water cycle: making wastewater an asset. TEC Background Paper Nº 13. Global Water Partnership, Stockholm.

Haas CN, Rose JB and Gerba CP (1999) *Quantitative Microbial Risk Assessment*. John Wiley and Sons, New York.

Jiménez, B., T. Asano (eds.) 2008a. Water Reuse: An International Survey of current practice, issues and needs. *IWA Publishing*, London.

Jiménez, B., T. Asano. 2008b. Water reclamation and reuse around the world, Capítulo 1, in B.

Koneman W.E.,Winn W.C., Allen S. A., Janda W.M., Procop G.W.,Scherenckenberger P.C., Woods G.L. (2008), Diagnostico microbiológico, Texto y Atlas. 6ª Ed. Panamericana.

Lazarova, V., and A. Bahri. 2008. Water reuse practices for agriculture, Capítulo 10. in B.

Mazari-Hiriart M, Ponce-de-León S, López-Vidal Y, Islas-Macías P, Amieva-Fernández RI, et al. (2008) Microbiological Implications of Periurban Agriculture and Water Reuse in Mexico City. PLoS ONE 3(5): e2305. doi:10.1371/journal.pone.0002305

Morillo G., Monsalve R., Mendoza J., Isea D., Araujo I. Vargas L., Angulo N.(2009). Chemical and microbiological evaluation of cucumber (*Cucumis sativus L.*) using wastewater irrigation. Rev. Tec. Ing. Univ. Zulia Vol. 32 No. 1 68-76

NMX-AA-42 (1987), Norma Oficial Mexicana, Calidad del agua determinación del Numero más Probable (NMP) de Coliformes Totales, Coliformes Fecales (Termotolerantes) y Escherichia coli presuntiva.

NOM-001- ECOL(1996), Norma Oficial Mexicana, que establece los límites máximos permisibles en las descargas de agua residual en aguas y bienes nacionales.

NOM-004-SEMARNAT (2002), Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental, Lodos y biosólidos, Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.

Romero-Cabello, Raul. (2007). Microbiología y parasitología humana: bases etiológicas de las enfermedades infecciosas y parasitarias. 3ª Ed. Panamericana ISBN 978-968-7988-48-1

Salgot, M and Huertas, E. (eds). 2006. AQUAREC Integrated concepts for reuse of upgraded wastewater. EVK1-CT-2002-00130 EU funded project. Work Package 2: Guideline for quality standards for water reuse in Europe. University of Barcelona.

SAGARPA (2014). Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Rev. (22/07/2015) http://www.sagarpa.gob.mx/Paginas/default.aspx

Winpenny J., Heinz I., Koo-Oshima S. (2013) Reutilización del Agua en la agricultura: ¿Beneficios para todos?. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. ISBN 978-92-5-306578-3

EL USO DE MARCA EN LA COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS AGROPECUARIOS: EL CASO DEL MELÓN DE LA COMARCA LAGUNERA

José de Jesús Espinoza Arellano[1], Antonio Véliz Camacho[2], Manuel Medina Elizondo[1] y Juan Gabriel Contreras Martinez[1]

[1] Catedráticos Investigadores de la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Autónoma de Coahuila, Unidad Torreón. Blvd. Revolución 153 Ote. Col. Centro. 27000, Torreón, Coah., México. E-mail: jesusespinoza_612@yahoo.com.mx [2] Exalumno de la Maestría en Administración y Alta Dirección de la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Autónoma de Coahuila, Unidad Torreón.

INTRODUCCIÓN

La producción de melón a nivel mundial es de aproximadamente 26 millones de toneladas anuales teniendo a China como el principal país productor con un 51% de la producción total. México se ubica en el octavo lugar mundial con una participación del 22% (FAO). A nivel nacional la superficie cosechada es de 21,500 hectáreas y se producen más de 5,404 mil toneladas (SIACON-SIAP, 2014). La Región Lagunera destaca como la zona melonera más importante del país con una superficie anual promedio de 5,300 hectáreas y una producción de 115,000 toneladas. (SAGARPA-Laguna, 2013).

La marca se reconoce dentro de los aspectos de derechos de propiedad industrial, la cual representa formas que la ley reconoce, es decir, alguna forma de protección otorgada por parte del gobierno a inventores y creadores mediante los cuales se concede el derecho de controlar o recibir beneficios económicos del uso de las investigaciones y creaciones. La definición de Marca en el sentido de Marketing la definimos como el nombre, término, signo, símbolo, diseño o combinación de estos elementos, que busca identificar los bienes o servicios de un vendedor y diferenciarlos de los de sus competidores (Kotler, 2003).

En México el registro para lograr exclusividad a nivel nacional se lleva a cabo en el Instituto Mexicano de la Protección Industrial (IMPI), de la Secretaria de Economía, donde se presenta la solicitud correspondiente. “Marca” es aquel signo visible el cual nos ayuda a diferenciar nuestro producto o servicio de los demás, señalando que la Ley tiene excepciones sobre el registro las cuales durante el proceso se consideraran todas y cada una ellas para que no incumpla con lo estipulado en la misma.

Para que una marca sea registrada deberá contar con las características y los requerimientos que indica la Subsecretaria de Tecnología, Invenciones y Marcas, dependiente de la Secretaria de Economía, las cuales da a conocer en el instructivo citado en el capítulo V de la Ley de Inversiones y Marcas (Artículo 113 al 135) (IMPI, 2012).

Una marca es más que un nombre, logotipo, eslogan y cierta publicidad, se puede definir que es un “Nombre con significado”, las marcas más poderosas del mundo fueron y han sido creadas por la mercadotecnia, en el sentido que las ha posicionado en el mercado en el cual compiten.

Hay infinidad de productos genéricos, como la fruta y la verdura, entre otros, que no tienen marca y por su nombre conocido no podrán ser sujetos de registro, hasta que alguien se le ocurre ponerles nombres imaginativos y distintivos.

Una vez definido el nombre con el que se quiere ser distinguido, el siguiente paso es el registro el cual debe de realizarse ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI).

Por lo anterior el registro de marca ofrece al productor varios beneficios, entre ellos la exclusividad del uso de la misma, la seguridad de no afectar derechos ajenos y la posibilidad de establecer un diferenciador del negocio que a la postre se puede traducir en valor para la empresa.

En el año de 2011 el IMPI, recibió 100,281 solicitudes de registro de las cuales fueron completadas exitosamente 68,234 es decir 3 de cada 5. (IMPI, 2012).

Cabe mencionar que este estudio fue a solicitud del *Comité Nacional del Sistema Producto Melón* y sus objetivos fueron: 1) conocer los tipos de empresa distribuidoras de melón en la región, 2) investigar el tipo de empaque en el que se comercializa el melón, 3) identificar el uso y contenido de las etiquetas y 4) captar la percepción de los comercializadores respecto a la importancia de contar con una marca para el melón.

METODOLOGÍA

Para realizar este estudio se diseñó y aplico un cuestionario a negocios dedicados a la venta de frutas y verduras donde comercializan el melón. Lo anterior en base al padrón de la Dirección General de Desarrollo Económico del Municipio de Torreón, Coahuila; se utilizó un tamaño de muestra no-probabilística de 20 negocios. Las preguntas de dicho cuestionario se enfocaron en aspectos de marca. La información obtenida se analizó en base a análisis de frecuencia.

RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados del estudio el cual incluye aspectos como la Marca, Etiquetas, Empaques, Comercialización y Ventajas competitivas que pudiera generar el manejo de una marca.

El trabajo se realizó en lugares especializados en la venta de frutas y verduras, encontrando desde pequeñas fruterías de barrio hasta grandes cadenas de tiendas de autoservicio. En el Cuadro 1 se muestra el número de cuestionarios que se aplicaron a cada tipo, siendo

necesario señalar que en el caso particular de la cadena comercial Al Súper el cuestionario se aplicó a su Centro de Distribución. En cuanto a las Fruterías es necesario mencionar que este tipo de negocio ha tenido un gran auge en los últimos años pues en las colonias del sur oriente de la ciudad encontramos una gran cantidad de ellas, seleccionando para aplicar nuestro instrumento a aquellas que en la visita realizada tenían a la venta el producto motivo de esta investigación es decir melón y que además estuvieran inscritos en el padrón de comercios que se utilizó como universo para nuestro objetivo.

En un tercer plano visitamos el mercado de Abastos de la Laguna donde nos concentramos específicamente en los mayoristas. Por último se visitaron los mercados municipales donde también se encontró que existen negocios con venta de melón de buena calidad y durante gran parte del año.

Cuadro 1. Tipos de Empresas Entrevistadas que incluyen melón en sus ventas

Tipo de Empresa	No. de empresas entrevistadas
Cadena Comercial, Tiendas de Autoservicio	5
Fruterías	8
Bodega en el Mercado de Abastos	3
Local en Mercados Públicos	4

Fuente: Elaboración Propia.

En los negocios con venta de frutas y verduras la forma en que se recibe el producto es por lo general en caja y/o empacado; en el caso específico del melón en su mayoría se recibe a granel y en pocas ocasiones en cajas de madera y/o cartón las cuales no presentan ningún tipo de identificación que les permita posicionar su producto en los lugares de venta.

En cuanto al uso de etiqueta se encontró que el 65% reciben el producto sin algún signo distintivo llámese empaque, etiqueta y/o algún otro signo, mientras que el 35% cuenta con una etiqueta con datos como el nombre de la empresa, lugar y lote de producción. Es importante mencionar que los signos distintivos como lo es la etiqueta se presentan en melones que son producidos fuera de la región.

En cuanto a la percepción de la importancia de manejar una marca para los productores de la región para diferenciarlo de melones de otras regiones, el total de los encuestados coinciden en la necesidad de crear una marca para el melón de la región con el fin de diferenciarlo de los

melones producidos en otras regiones del país, en el sentido de crear un valor hacia el producto regional y posicionar a la región como una zona productora de melón de calidad.

Se les preguntó también a los entrevistados sobre las ventajas de manejar una Marca para comercializar el Melón de la Comarca Lagunera. En este punto se trató de investigar en base a la experiencia de las personas entrevistadas, las ventajas que vendrían aparejadas para los productores en base a la implementación de una marca, y las ventajas que mencionaron van desde la diferenciación en base a la calidad del producto con algún signo distintivo, una mejor comercialización en diferentes puntos de la república mexicana, así como la obtención de prestigio con los diferente comercializadores de melón a nivel nacional. En síntesis podemos decir que la mayoría de los encuestados ven el establecimiento de una marca como una herramienta para que se logre una mejor comercialización.

Finalmente se les comentó que los productores de melón de la región pretendían registrar su marca, y que si consideraban que eso les podría traer algún beneficio. En general casi todos opinaron que la marca sería una herramienta importante para la gestión de los objetivos de los productores que es una mejor rentabilidad, en base a una mejor comercialización. Solo en un par de casos no hubo coincidencia argumentando factores sociopolíticos y fiscales. Consideran que debido a la falta de organización la marca no ayudara a los productores a resolver sus problemas de fondo, consideran además que a los productores por su idiosincrasia prefieren seguir en la informalidad antes de crear para si mismos cargas fiscales que les son difíciles de pagar.

CONCLUSIONES

- En la Laguna no existe una marca de melón que le dé identidad a la Región y que sea reconocida por compradores y consumidores, por lo que existe una gran área de oportunidad para los productores regionales.
- La mayor parte de los productores comercializan el melón a granel, lo cual genera un desconocimiento para el consumidor final del lugar de donde proviene el producto que está consumiendo, esto se traduce en un desaprovechamiento por parte del productor para crear lazos con los consumidores.
- La creación de una Marca por si sola en un lapso corto de tiempo no coadyuvara a resolver todos los problemas de comercialización en los que se encuentran los productores regionales, pero gradualmente contribuirá a que los compradores y consumidores lo distingan por su calidad de origen, creando un reconocimiento tácito a una marca y una mayor comercialización en base al conocimiento del producto

BIBLIOGRAFÍA

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI). (2012). Guía de Usuario de Signos Distintivos, pp. 3-15. Secretaría de Economía.

Kotler, P. y Armstrong, G. (2003). *Fundamentos de Marketing*, Pearson Education. 302 p.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (varios años). Recuperado de http://faostat.fao.org/

SAGARPA-Laguna. Delegación Federal en la Comarca Lagunera. (2013). Cd. Lerdo, Dgo.

SIACON-SIAP (Sistema de información Agroalimentaria de consulta - Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2012). Módulo agrícola. Producción de Melón y Sandía.

ESTRATEGIAS PARA INCREMENTAR EL VALOR ALIMENTICIO DE FORRAJES O SUBPRODUCTOS FIBROSOS

J. Santos Serrato Corona, Tania Minor Hinojosa, y Laura Moreno Sepúlveda

Facultad de Agricultura y Zootecnia - Universidad Juárez del Estado de Durango
sserratoc@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

La demanda de alimentos de origen animal se incrementará a medida que la población mundial incremente. La población mundial se estima en 9.1 billones para 2050 (FAO, 2009) y 13.6 billones para 2100. La demanda mundial de alimentos para la población y el ganado se incrementará en aproximadamente un 70%. Además, una cantidad creciente de granos de cereales se utilizará para la producción de biocombustibles. El panorama anterior sugiere que la alimentación del ganado rumiante dependerá de una manera importante de otras alternativas de alimentación como residuos de cosecha y otros subproductos de la industria fibrosos. Los rumiantes posen una capacidad natural para utilizar alimentos fibrosos debido a sus características anatómico-fisiológicas. No existe duda que los principales alimentos para rumiantes en los países en desarrollo son esencialmente los residuos de cosecha y pastos de baja calidad. En México la producción de granos fue de 33.5 millones de toneladas el año pasado (USDA, 2015). Lal, (2005) reporta una producción anual estimada de residuos agrícolas de 2802 $x10^6$ t por año para residuos de cereales, 3107 $x10^6$ t por año para 17 cereales y leguminosas, y 3758 $x10^6$ t por año para 27 cosechas para alimentos. Sin embargo, debido a su baja calidad nutritiva los residuos de cosecha requieren procesarse si se pretende utilizarlos en dietas para promover cualquier función productiva (Berger et al., 1994). La unión de la celulosa con lignina reduce la digestibilidad. La disolución del complejo celulosa-lignina mediante tratamientos físicos o químicos incrementa la digestibilidad de esos alimentos fibrosos convirtiéndolos en una fuente de energía viable para rumiantes (Lee, 1980). Además, de los diferentes tratamientos, la suplementación, es otra alternativa viable para mejorar el consumo y la utilización de alimentos fibrosos (Preston, 1995; Kristjanson and Zerbini, 1999). La intención de este escrito es presentar información sobre algunas estrategias para mejorar el uso de alimentos de baja calidad en rumiantes.

Demanda de alimentos de origen animal

La demanda de alimentos de origen animal se incrementará a medida que la población mundial incremente. Para el año 2050 la población mundial alcanzará 9.1 billones un 34 % mayor a la actual. Casi todo este incremento ocurrirá en los países en desarrollo. La población

urbana se incrementará del 49% actual a 70% en 2050. Consecuentemente la producción anual de cereales deberá incrementarse a aproximadamente 2.1 en la actualidad a 3 billones y la producción anual de carne deberá incrementarse en más de 200 millones para cubrir la demanda estimada de 470 millones de toneladas (FAO, 2009). Se estima que para la primera mitad de este siglo la demanda mundial de alimentos para consumo humano, alimentos para el ganado y fibras se incremente en un 70 %, mientas que cada vez más cultivos puedan ser utilizados para la producción de biocombustibles y otros procesos industriales (Figura 1).

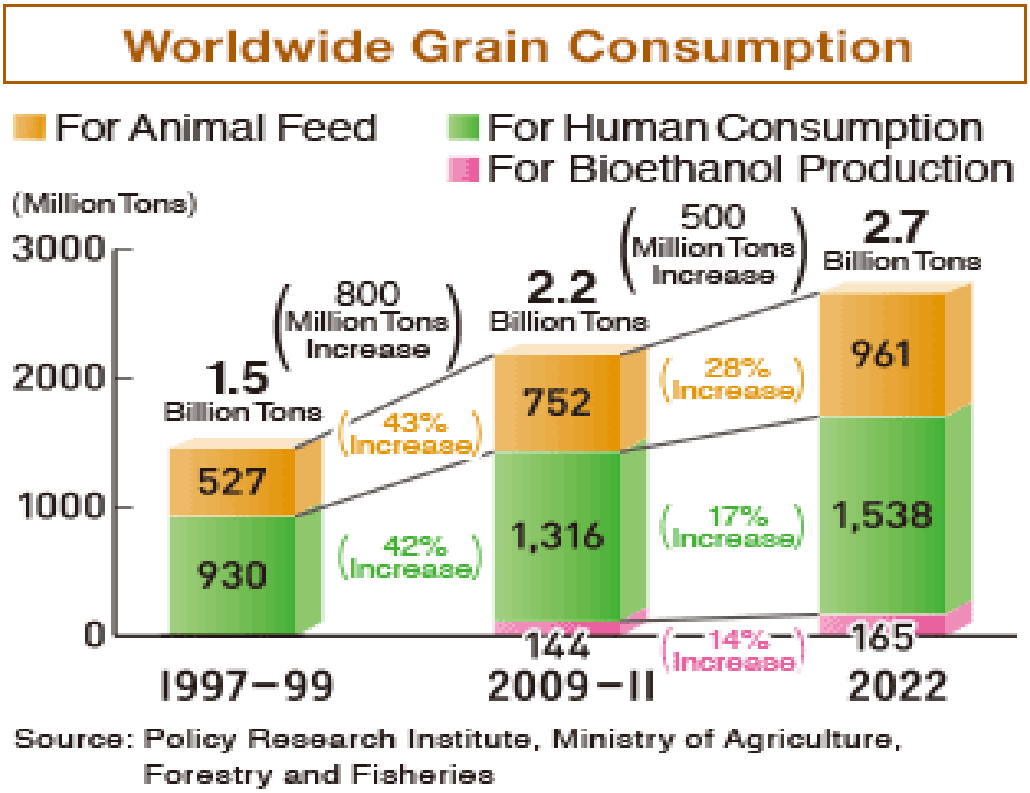


Figura 1. Estimación del consumo de granos a nivel mundial para el 2022. Tomado de Policy Research Institute Ministry of Agriculture. Forestry and Fishery.

Subproductos fibrosos en alimentación animal.

Los principales alimentos para rumiantes en los países en desarrollo son esencialmente los residuos de cosecha y pastos de baja calidad de los agostaderos ya sea pastoreados o cosechados manualmente a un estado vegetativo muy avanzado durante la estación seca. En México la producción de granos fue de 33.1 millones de toneladas en 2011 (USDA, 2012). Normalmente la producción de residuos agrícolas es igual o el doble a la cantidad de grano producido en granos de cereales (NRC, 1983; Lal, 1995). Por su parte, Watson et al. (2015) mencionan que el índice de cosecha indica la cantidad de residuo por cada kilogramo de grano, por ejemplo un índice de 0.55 indica que por cada kilogramo de grano de maíz producido se

generan 0.8 kg de residuo (0.45 kg de residuo/0.55 kg de grano). A nivel regional la generación de residuos de cosecha de los principales granos estimada a partir de la producción de grano (SAGARPA, 2015) supera las 40 mil toneladas para 2014. El potencial de los residuos de cosecha como fuente de nutrientes para el ganado es tremendo, sin embargo ha sido muy poco valorado e implementado por los pequeños productores.

Los residuos de cosecha son abundantes pero requieren procesarse si se pretende utilizarlos en dietas para promover cualquier función productiva (Berger et al., 1994). Los puntos básicos relacionados con la utilización de forrajes de mala calidad por rumiantes según Chenost (2001) son: (1) alimentar los microorganismos del rumen de tal forma que las especies celulolíticas sean favorecidas. La energía de los carbohidratos estructurales es liberada lentamente y utilizada en procesos de fermentación y síntesis de proteína microbiana. Sin embargo, los contenidos de proteína, minerales y vitaminas en los forrajes fibrosos son muy bajos. En este contexto, los requerimientos de nitrógeno para la síntesis de proteína microbiana no son cubiertos por la dieta basal, por lo tanto un buen programa de suplementación debería incluir una fuente de NNP (preferentemente) o una fuentes de proteína soluble para satisfacer las necesidades de nitrógeno amoniacal de los microorganismos. Además, la inclusión de minerales como S, Mg, Cu y Zn es recomendable para una mayor actividad microbiana en el rumen. (2) Alimentar el animal hospedero con los nutrientes necesarios (amino ácidos, precursores glucogénicos, etc.) para lograr un adecuado estado nutricional de acuerdo a su estado fisiológico. La suplementación con alimentos densos en proteína no degradable y en paredes celulares digestibles de tal manera que la fermentación celulolítica en el rumen no sea afectada negativamente. Para lograr una óptima utilización de esos alimentos se debe considerar el valor nutricional y el factor económico (Berger et al., 1994).

Procesamiento de alimentos fibrosos para mejorar consumo.

A pesar de que se ha comprobado la importancia de los residuos de cosecha en la nutrición de rumiantes, éstos son bajos en energía metabolizable y proteína cruda (Devandra, 1991; Preston, 1995; Tingshuang *et al.,* 2002). Se ha generado una cantidad importante de información científica sobre diferentes estrategias para mejorar su valor alimenticio, manejo del cultivo, mejoramiento genético, tratamientos físicos, químicos y biológicos así como estrategias de suplementación con fuentes proteicas y forrajes verdes (Preston, 1995; Kristjanson and Zerbini, 1999; Kristjanson *et al.,* 2002).

Existen dos formas de mejorar el valor alimenticio de los forrajes de mala calidad. Uno es mediante la suplementación y el otro es mediante el tratamiento o procesamiento. Ambas

formas tienen como objetivo fundamental incrementar la degradación de los carbohidratos estructurales.

En un intento por incrementar la digestibilidad de los forrajes de baja calidad se ha utilizado una variedad de compuestos químicos. Esta estrategia se ha utilizado desde los años 20' en EEUU por Lindsey (1922) quien incrementó la digestibilidad de cascarilla de arroz al tratarla con hidróxido de sodio diluido. Por su parte, Eng (1964) incrementó la ganancia de peso en más de 3% novillos alimentados con cascarilla de arroz amonificada. Waiss et al. (1972) incrementó la digestibilidad *in vitro* en un rango de 16 a 113% al tartar alfalfa, cebada, avena, ryegrass, arroz y paja de trigo con amoniaco al 5.2% (P/P). La amonificación de paja de trigo a un nivel de 4 a 7% incrementó la ganancia de peso en corderos en un 35% (Garret et al., 1974). Al amonificar paja de trigo a un nivel de 4.7% Garret et al. (1979) reportó un mayor incremento de peso, una mayor eficiencia alimenticia y valores de energía neta más altos. Oji et al. (1977) report un increment en la digestibilidad de la celulosa en un 18 a 19% al amonificar rastrojo de maíz a un nivel de 3 a 5%. Sin embargo, no toda la investigación reporta que la amonificación mejora la digestibilidad o valor alimenticio de los forrajes de baja calidad. Klett et al. (1972) alimentó novillos con cascarilla de arroz, paja de sorgo, y paja de trigo amonificados y no encontró ninguna mejora en ganancia de peso, consume de alimento, y eficiencia alimenticia. Horton (1979) alimentó novillos con paja de trigo amonificada al 3.5% y el consumo de alimento, la ganancia de peso y el valor energético del alimento no se incrementó. Sin embargo, la amonificación incremento en nivel nitrógeno en el alimento.

Debido a los altos incrementos en el precio de los granos en los recientes años, el tratamiento alcalino de forrajes ha cobrado nuevo interés. El tratamiento alcalino es utilizado para incrementar la tasa y el grado de digestión de la celulosa y hemicelulosa principalmente por la ruptura de los enlaces entre lignina y celulosa o hemicelulosa (Klopfenstein, 1978). Químicos como NaOH, NH_3, Ca $(OH)_2$, KOH, y CaO, se han utilizado para mejorar la digestibilidad de numerosos forrajes incluyendo olote de maíz, rastrojo de maíz, paja de trigo, y paja de avena (Klopfenstein y Owen, 1981). Problemas de seguridad han limitado el uso de NaOH. Recientemente el uso de CaO ha demostrado ser más seguro y efectivo. El proceso consiste en moler el residuo de cosecha y agregar agua y 5% de CaO para obtener un producto con 50% de materia seca, procesar anaeróbicamente por al menos una semana antes de utilizarlo en la alimentación (Shreck et al., 2013).

El valor de los residuos de cosecha puede ser mejorado mediante el uso de un tratamiento alcalino tal como el hidróxido de calcio $Ca(OH)_2$ (Rounds et al., 1976) o NaOH (Lesoing et al., 1980). Fahey et al. (1993) revisaron una serie de estudios (32) en los cuales se

incluyeron residuos de cosecha tratados (representando al menos el 60% de la materia seca de la dieta) con NaOH y encontraron un 30% de incremento en la digestibilidad de la materia seca. Sin embargo, el tratamiento de forrajes con NaOH puede cambiar negativamente el sitio de digestión de la fibra hacia los intestinos (Berger et al., 1979b), lo que potencialmente disminuye el beneficio energético. Por lo que, el hidróxido de calcio se ha utilizado como un sustituto del NaOH (Rounds et al., 1976; Lesoing et al., 1980) ya que es menos corrosivo, fácil de manejar, y proporciona una fuente de calcio (Shreck, et al., 2015).

Los factores que limitan el uso de los residuos de cosecha en la producción animal o para la producción de biocombustibles son muy similares, lo que puede potencialmente generar una disyuntiva de utilizar dichos subproductos en la alimentación animal o para la producción de etanol.

Estrategias de suplementación.

Las deficiencias nutricionales en el ganado se pueden corregir al menos parcialmente mediante estrategias de suplementación, en la actualidad se han utilizado una gran variedad de alimentos para corregir dichas deficiencias. Los granos de cereales, forrajes cultivados, subproductos agroindustriales, subproductos agropecuarios, son una buena alternativa dependiendo de la disponibilidad y el costo. Cuando los forrajes son de baja calidad y con un alto contenido de fibra se recomienda suplementar proteína. La suplementación proteica incrementa el consumo de forraje de mala calidad debido a que aumenta su velocidad de digestión, la tasa de pasaje ruminal y la llegada de proteína verdadera al duodeno (Galyean y Goetsch, 1993), para que el plan de suplementación tenga un efecto positivo se necesitan dos factores fundamentales; el forraje debe ser de baja calidad, con alto contenido en fibra y bajo en proteína (Allden, 1981). En forrajes con niveles adecuados de nitrógeno la suplementación proteica no incrementa el consumo de forraje (Matejovsky y Sanson, 1995), ocasionando muchas veces una sustitución de forraje por suplemento, en estos casos los suplementos proteicos actuarían únicamente como fuente de energía.

Estudios a corto plazo indican que el rastrojo de maíz tratado con 5% de CaO y agua para lograr un 50% de material seca puede remplazar el ensilado de maíz en dietas para vacas en lactación en al menos 25% de la ración (Donkin et al., 2012). Serrato et al. (2012) reportaron que el tipo de esquilmo modificó significativamente la concentración de $N\text{-}NH_3$ ($P = 0.006$), encontrando concentraciones de 10.1 mg/dL para las cabras que recibieron esquilmo de sorgo mientras que aquellas que recibieron rastrojo de maíz registraron 7.8 mg/dL. El tipo de suplemento también modificó la concentración de $N\text{-}NH_3$ ($P = 0.005$) registrándose

concentraciones de 10.2 mg/dL en las cabras que se suplementaron con melaza-pollinaza-acemite-soya (PMAS) comparadas con aquellas que recibieron pollinaza-melaza-maíz (PMM) con concentraciones de 7.7 mg/dL (Figura 2).

Debido a que los rumiantes consumen el 35.6% de los 154.9 millones de toneladas métricas del maíz utilizado en la alimentación animal en los Estados Unidos cada año, es predecible que una parte del maíz ofrecido al ganado rumiante sea remplazado por alimentos alternativos debido a que ellos son menos eficientes en la conversión de alimentos que los cerdos y aves (Sewell et al., 2009).

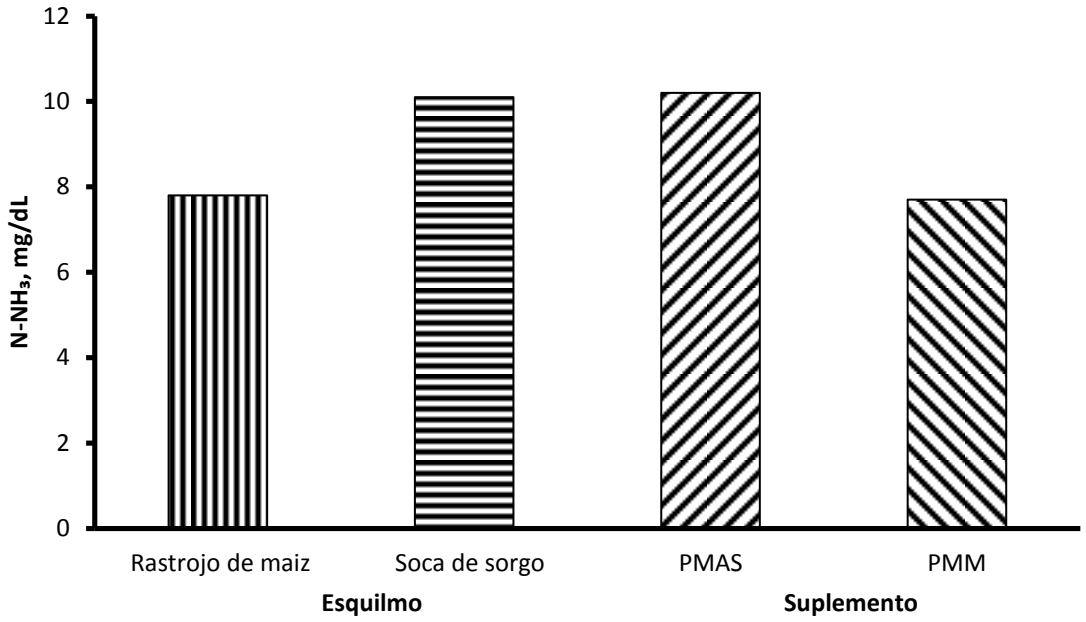


Figura 2. Efectos principales del tipo de esquilmo y suplemento sobre la concentración de nitrógeno amoniacal en cabras en crecimiento (Interacción P= 0.87).

Shreck et al. (2014) reportó una interacción ($P < 0.01$) entre el residuo de cosecha y tratamiento alcalino (Tabla 1). Debido al peso final y la ganancia de peso, reportando los efectos principales. La magnitud de la respuesta en ganancia de peso y peso final como efecto del tratamiento alcalino fue mayor en las dietas con paja de trigo que con aquellas con rastrojo de maíz.

Cuadro1. Efecto de residuo de cosecha y tratamiento alcalino sobre el comportamiento de novillos en crecimiento.

Concepto	Rastrojo de maíz		Paja de trigo		EEM	CaO[1]	Esq[2]	CaOxEsq
	Tratada	Sin tratar	Tratada	Sin tratar				
Peso ini. Kg.	729	729	728	727	0.64	0.59	0.43	0.19
Peso fin, kg	844[b]	834[c]	868[a]	841[b]	2.60	<0.01	<0.01	<0.01
Con. MS, kg/d	16.7	17.7	18-7	16.4	0.43	<0.01	<0.01	0.15
Ganancia, kg	1.67	1.52[c]	2.02[a]	1.63[bc]	0.04	<0.01	<0.01	<0.01
F:G	10.0	10.32	9.25	10.06	--	0.06	0.07	0.18
$/cabeza[3]	-15.01	0.00	-6.80	0.00	--	--	--	--

[1]Efecto principal de CaO + agua o nada.
[2]Efecto principal de tipo de esquilmo (rastrojo de maíz o paja de trigo).
[3]ABeneficio promedio/cabeza con relación al residuo de cosecha sin tratar.
[abc]Dentro de hilera, medias con diferente superíndice son diferentes, en interacción $P < 0.05$.

Los novillos alimentados con rastrojo de maíz mostraron incrementos de 1.9% para ganancia de peso y 3.2% para peso final comparados con rastrojo de maíz sin tratar. Sin embargo, los novillos alimentados con ditas con paja de trigo registraron incrementos de 23.9% para ganancia de peso y 9.8% para peso final al compararse con paja sin tratar. Las diferencias observadas en ganancia de peso y peso final de novillos alimentados con residuos de cosecha tratados y sin tratar son también soportados por la digestibilidad in vitro de la materia seca del rastrojo de maíz tratado y sin tratar (39.6% vs 38.6%) y paja de trigo (43.1 vs 36.1%). En este estudio, alimentar novillos con distas con rastrojo de maíz y paja de trigo registraron un retorno o ganancia neta menor comparadas con dietas sin tartar. La estimada pérdida en rentabilidad se debió al incremento en el costo de la dieta tratada por alcalinización, al incremento en el consumo de materia seca de novillos alimentados con dietas tratadas comparadas con las no tratadas, y al pequeño incremento en ganancia de peso de novillos alimentados con dietas tratadas comparadas con las no tratadas. Los resultados indican que la respuesta al tratamiento con CaO en el comportamiento de novillos en crecimiento depende del tipo de residuo de cosecha. Shreck et al. (2015) encontraron que la digestibilidad aparente de la materia seca, orgánica y FND se incrementó al tratar diferentes esquilmos con CaO en novillos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de alimentar con residuos de cosecha tratados o sin tratar como un remplazo parcial del grano sobre la digestibilidad aparente y consume de nutrientes.

	Olote maíz			Paja trigo		Rastrojo maíz			
Concepto	Cont	Trat	Ntrat	Trat	Ntrat	Trat	Ntrat	EEM	F
Consumo, kg/d									
MS	9.8	9.8	10.4	10.0	9.0	9.4	10.4	0.6	0.46
MO	9.4^{ab}	9.4a,^{b}	9.9^{a}	9.5^{ab}	8.5^{b}	8.9^{ab}	9.9^{a}	0.6	0.02
EE	0.71^{b}	0.69^{b}	0.72^{b}	0.66^{bc}	0.60^{cd}	0.54^{d}	0.80^{a}	0.04	<0.01
FND	2.2^{c}	3.1^{b}	3.6^{ab}	3.1^{b}	3.3^{ab}	3.1^{b}	3.7^{a}	0.2	<0.01
Dig. Aparente, %									
MS	70.3^{abc}	71.9^{ab}	68.9^{abc}	74.7^{a}	66.2^{bc}	74.5^{a}	63.2^{c}	3.0	0.11
MO	72.1^{abc}	74.1^{ab}	69.8^{bc}	78.4^{a}	69.3^{bc}	78.4^{a}	66.3^{c}	2.9	0.04
EE[3]	85.^{8bc}	88.5^{ab}	88.7^{ab}	90.2^{a}	84.7^{bc}	89.0^{ab}	82.2^{c}	1.8	0.06
FND	43.9^{d}	63.7^{ab}	55.3^{bc}	68.7^{a}	54.5^{bcd}	68.1^{a}	44.8^{d}	4.6	<0.01

a–d diferente superíndice dentro de hilera, difieren a un nivel de $P < 0.05$.
[1]Trat: residuo de cosecha tratado con 5% CaO y agua para alcanzar 50% MS; NTrat: no tratado, ofrecido en forma nativa.
[2]EEM error estándar de la media más alto en la prueba de F.
[3]EE: extracto etéreo.

CONCLUSIONES

El uso de los residuos fibrosos tiene un gran potencial. El uso de productos químicos y la suplementación normalmente incrementan el consumo y la digestibilidad de los forrajes toscos. El tratamiento alcalinizante y la amonificación son una buena alternativa para incrementar el contenido de nitrógeno en el producto y la digestibilidad de la fibra. La suplementación de los forrajes toscos con nutrientes críticos mejora el comportamiento productivo en rumiantes.

BIBLIOGRAFÍA

Allden, W. 1981. Energy and protein supplements for grazing livestock. In: F. H. W. Morley (Ed.). Grazing Ruminants, Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam. p. 289 – 307.

Berger, L. L., G. C. Fahey Jr., L. D. Bourquin, and E. C. Titgemeyer. 1994. Modification of forage quality after harvest. Pages 922–966 in Forage Quality, Evaluation, and Utilization. G. C. Fahey, ed. Am. Soc. Agron., Madison, WI.

Chenost. M. 2001. Optimizing the use of poor quality roughages through treatments and supplementation in warm climate countries with particular emphasis on urea treatment. *Tropical Feeds and Feeding Systems.* INRA Clermont-Ferrand/Theix, 63122 St Genès en Champanelle, France. 71-92. http://www.fao.org/ag/aga/AGAP/FRG/ECONF95/HTML/CHENOST.HTM. Accesado Julio 1995.

Donkin, S. S., A. C. Headley, H. A. Tucker, P. H. Doane, and M. J. Cecava. 2012. Processed corn stover as a corn silage replacement feed for lactating dairy cattle. J. Dairy Sci. 95:606.

Eng, K. S., Jr. 1964. The value of ammoniated rice hulls as a ruminant feed. Feed stuffs. 36(5):44.

Fahey, G. C., L. D. Bourquin, E. C. Titgemeyer, and D. G. Atwell. 1993. Postharvest treatment of fibrous feedstuffs to improve the nutritive value. In: H. G. Jung, D. R. Buxton, R. D. Hatfield, and J. Ralph,

editors, Forage cell wall structure and digestibility. Am. Soc. Agron., Crop Sci. Soc. Am., and Soil Sci. Soc. Am., Madison, WI. p. 715–766.

FAO. 2009. How to feed the world in 2050. http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf

Galyean, M. and A. Goetsch. 1993. Utilization of forage fiber by ruminants. In: H. G. Jung, D. R. Buxton, R. D. Hatfield, y J. Ralph (Ed.). Forage cell wall structure and digestibility, ASA-CSSA-SSSA, Madison, pp. 33-71.

Garrett, W. N., H. G. Walker, G. 0. Kohler, A. C. Waiss, Jr., R. P. Graham, N. E. East and M. R. Hart. 1974. Nutritive value of NaOH and NH3 treated rice straw. J. Anim. Sci. 38:1342 (Abstr.).

Garrett, W. N., H. G. Walker, G. 0. Kohler and M. R. Hart. 1979. Response of ruminants to diets containing sodium hydroxide or ammonia treated rice straw. J. Anim. Sci. 48:92.

Horton, G. M. J. 1979. Feeding value of rations containing nonprotein nitrogen or natural protein and of ammoniated straw for beef cattle. J. Anim. Sci. 48:38.

Klett, R. H., B. G. Maben and L. B. Sherrod. 1972. Ammoniated roughages in steer finishing rations. ICASALS Sp. Rep. No. 104:55.

Klopfenstein, T. J. 1978. Chemical treatment of crop residues. J. Anim. Sci. 46:841–848.

Klopfenstein, T., and F.G. Owen. 1981. Value and Potential Use of Crop Residues and By-Products in Dairy Rations. J Dairy Sci 64:1250-1268.

Kristjanson, P. and E. Zerbini. 1999. Genetic Enhancement of sorghum and Millet Residues fed to ruminants. An ex ante assessment of returns to research. ILRI Impact Assessment Series 3. ILRI (International Livestock Research Institute), Nairobi, Kenya. 52 pp.

Lesoing, G., I. Rush, T. Klopfenstein, and J. Ward. 1980. Wheat straw in growing cattle diets.J. Anim. Sci. 51:257–262.

Lindsey, J. B. 1922. The effect of sodium hydrate upon the digestibility of grain hulls. Sci. 55:131.

Matejovsky, K., and D. Sanson. 1995. Intake and digestion of low- medium- and high-quality grass hays by lambs receiving increasing levels of corn supplementation. J. Anim. Sci. 73: 2156 – 2163pp.

Oji, U. I., D. N. Mowat and J. E. Winch. 1977. Alkali treatment of corn stover to increase nutritive value. J. Anim. Sci.44:798.

Preston, T.R. 1995. Feed resources for ruminants. In: Tropical animal feeding, A manual forresearch workers of the Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, 1995. ISBN 92-5-103758-2

Rounds, W., T. Klopfenstein, J. Waller, and T. Messersmith. 1976. Influence of alkali treatments of corn cobs on in vitro dry matter disappearance and lamb performance. J. Anim. Sci. 43:478–482.

SAGARPA. 2015. Resumen agrícola de la Región Lagunera durante 2014. SAGARPA, Delegación en la Región Lagunera. Publicado en el siglo de Torreón. Resumen Económico Comarca Lagunera 2014. p. 26.

Serrato, C.J.S., Minor, H.T.I., García, S.H.D., y A.H. Hinojosa. 2012. Concentración de nitrógeno amoniacal y ureico en cabras en crecimiento alimentadas con dos esquilmos agrícolas y suplementadas con pollinaza- melaza. XXIV Semana Internacional de Agronomía. Facultad de Agricultura y Zootecnia. Gómez Palacio, Dgo. P. 956-961.

Shreck, A. L., B. L. Nuttelman., C. J. Schnieder., D. B. Burken., C. N. Macken., W. A. Griffin.,G. E. Erickson, and T. J. Klopfenstein. 2014. Alkaline Treated Wheat Straw or Corn Stover Fed to Growing Calves. Nebraska Beef Cattle Report — Page 67-68.

Shreck, A.L., B. L. Nuttelman, J. L. Harding, W. A. Griffin, G. E. Erickson, T. J. Klopfenstein, and M. J. Cecava. 2015. Digestibility and performance of steers fed low-quality crop residues treated with calcium oxide to partially replace corn in distillers grains finishing diets. J. Anim. Sci. 93:661–671

Shreck, A. L., C. J. Schneider, B. L. Nuttelman, D. B. Burken, G. E. Erickson, T. J. Klopfenstein, and M. J. Cecava. 2013. Varying proportions and amounts of distillers grains and alkaline-treated forage as substitutes for corn grain finishing cattle diets. Neb. Beef Cattle Rep. MP98. The Board of Regents of the University of Nebraska, Lincoln, NE. p. 56–57.

Sewell, J.R., L. L. Berger, T. G. Nash, M. J. Cecava, P. H. Doane, J. L. Dunn, M. K. Dyer, and N. A. Pyatt. 2009. Nutrient digestion and performance by lambs and steers fed thermochemically treated crop residues. J. Anim. Sci. 87:1024–1033

USDA Foreign Agricultural Service. Global Agricultural Information. 2014. Mexico 2014 Grain andFeed Annual Grain and Feed Annual .

http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Grain%20and%20Feed%20Annual_Mexico%20City_Mexico_3-14-2014.pdf

Waiss, A. C , Jr., J. Guggolz, G. 0. Kohler, H. G. Walker, Jr. and W. N. Garrett. 1972. Improving digestibility of straws for ruminant feed by aqueous ammonia. J. Anim. Sci. 35:109.

DETERMINACIÓN DEL EFECTO DEL PORTAINJERTO SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA UVA EN LA VARIEDAD MERLOT (*Vitis vinífera* L.).

Eduardo Madero Tamargo[2], Rodolfo Faz Contreras[1], Ángel Lagarda Murrieta[2] e Ivette Castañeda Alfaro.[3]

[1] INIFAP Campo Experimental de la Laguna Matamoros Coah. E-mail edmad2002@yahoo.com.mx;[2] Maestro Investigador y [3] Tesista de la UAAAN-UL

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la vid es de importancia económica en todo el mundo, siendo *Vitis vinifera* L. la especie que domina la producción comercial de uva, en vino principalmente, siendo esta la actividad principal de la viticultura y Merlot es una variedad productora de vinos tintos de calidad, desgraciadamente es muy sensible a la filoxera, y para el control de este insecto se utilizan los portainjertos, con el cual no solo tiene resistencia a este parasito, sino también a nematodos y/o a la pudrición texana, teniendo en consideración los efectos que ocasiona sobre el ciclo vegetativo, la producción y calidad de la uva. No hay un portainjerto universal que se adapte a todas las variedades y/o a todas las condiciones edáficas o de producción, por lo que es necesario determinar la mejor combinación portainjerto – variedad. Es por esto que en el presente trabajo se planteó el siguiente objetivo: Identificar el portainjerto más sobresaliente para la producción y calidad de la uva variedad merlot.

En México la producción de uva proviene de 2 mil 119 productores dedicados a este cultivo en una superficie de 29,444 hectáreas de los estados de Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Durango, Guanajuato, Jalisco, Morelos, Nuevo León, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora, Zacatecas, con una producción de 350,420 toneladas en el 2013 (SIAP, 2014). En el estado de Coahuila se cultivan en dos municipios Cuatro Ciénegas con una superficie de 25.5 hectáreas, la producción para el 2013 fue de 216.75 toneladas, Parras obteniendo el primer lugar, tiene una superficie de 230 hectáreas cultivadas con una producción de 2,042.40 toneladas. Con un rendimiento para el estado de Coahuila de 126,229 toneladas en el 2013 (SIAP, 2014).

Durante 2010 la superficie plantada a nivel nacional fue de 28 mil 209 hectáreas, de las cuales el 67.2 % se encuentran en el Estado de Sonora, 14 % en el Estado de Baja California y 12.7 % en Zacatecas (Parra, 2012).

La variedad Merlot tiene racimos de tamaño pequeño, en ocasiones medio al estar alargado, de baja compacidad, con bayas pequeñas, algo elípticas y ensanchadas distalmente, de epidermis muy oscura, con mucha pruina y muy gruesa, con pulpa consistente y bastante jugosa con aromas y sabores particulares y muy agradables (Salazar y Melgarejo 2005).

Características de los portainjertos utilizados; Híbridos de riparia x rupestris, portainjertos que confieren un vigor medio y una precocidad favorable a la calidad, pero son sensibles a la sequía y a la clorosis. (Hidalgo, 2006).

101-14 MG, confiere un vigor más débil y precocidad, sensible a la acidez de los suelos y a la presencia de caliza, no resistiendo a la sequía y tolerando el exceso de humedad, adaptándose bien a los terrenos frescos, dando buenos resultados en suelos no demasiado pobres, ni tampoco demasiado secos (Hidalgo, 2006). Tiene un sistema radicular delgado, alta resistencia a filoxera, a nematodos, su ciclo vegetativo es corto, por lo que madura bien sus sarmientos. Se enraíza con facilidad y su injerto en banco es bueno. No se han reportado incompatibilidad con ninguna especie. Soporta el 0.4% de salinidad, (Galet, 1988).

3309-C. Vigor y precocidad medianos. Buena respuesta al estaquillado y al injerto. Resistencia baja a la clorosis: hasta un 11% de caliza activa o 10 IPC. Adecuado para suelos profundos poco calcáreos, en arenas no calcáreas duras poco clorosantes. Sensible a la sequía, sobre todo en climas cálidos, tolerando poco el exceso de humedad, siendo recomendable para obtener vinos de calidad, aunque se comporta peor en suelos ácidos que el 101-14 MG y Graves (Hidalgo, 2006). Híbridos de riparia x berlandieri. Estos portainjertos confieren al injerto un vigor de débil a medio en general, a veces fuerte cuando los suelos son profundos con un balance hídrico no limitante. Son bastante residentes a la caliza, pero son sensibles al exceso de humedad y a la tilosis. (Hidalgo, 2006).

SO-4. Este patrón es de origen alemán y es una selección del Teleki n04 obtenida en Oppenheim (escuela de viticultura alemana). Tiene una resistencia a la clorosis (20% de caliza activa), es menos sensible a la sequía y tolera los subsuelos húmedos. Es sensible a la carencia de magnesio y resistente a los nematodos. (Salazar y Melgarejo 2005), resiste muy bien la filoxera, y los nematodos, tolera hasta el 0.4 %, de cloruro de sodio, en la región de Charantes (Francia) se considera un portainjerto vigoroso, lo que propicia altos rendimientos y retraso en la maduración de la uva. En Gironde, al injertar sobre el Merlot o Cabernet Sauvignon provoca debilitamiento del escobajo, ya que asimila mal el magnesio. A causa de su vigor, su vida útil se recorta y a partir de 15-20 años se empieza a eliminar los viñedos. (Galet, 1988).

420-A, tiene una buena resistencia a filoxera, su vigor es reducido, pero induce un fructificación muy buena en las variedades que se injertan sobre él. Ofrece una resistencia

media a los nematodos y muy buena tolerancia a los suelos calizos (hasta el 30% de cal activa), se comporta muy bien en suelos compactos, poco profundos, y soportando la sequía. Su resistencia a las enfermedades criptogámicas es buena. Los sarmientos no enraízan muy bien (Calderón, 1998).

MATERIALES Y MÉTODOS

En el viñedo de Agrícola San Lorenzo, en Parras, Coah., en el periodo 2011 al 2014, se evaluó el comportamiento de la variedad Merlot sobre 4 portainjertos diferentes, plantada en el año 1998, conducida en espaldera vertical, plantada a 3.00 m entre surcos y 1.50 m entre plantas, es decir 2,220 plantas por hectárea. Se evaluaron cuatro tratamientos, con cinco repeticiones, a cada repeticiones es una planta, se utilizó un diseño de bloques al azar, portainjertos evaluados SO-4(*Vitis riparia* x *Vitis berlandieri*), 101-14(*Vitis riparia* x *Vitis rupestris*), 3309-C (*Vitis riparia* x *Vitis rupestris*) y 420-A (*Vitis berlandieri* x *Vitis riparia*)

Variables evaluadas: Número de racimos por planta, producción de uvas por planta (Kg), peso promedio de racimos (g), producción de uva por unidad de superficie t ha^{-1}. Acumulación de Sólidos Solubles (Grados Brix) y volumen de la baya (cc). Se tomaron 10 uvas al azar de cada tratamiento, estás se colocaron dentro de una bolsa de plástico, donde se maceraron y se tomó una muestra de jugo para leerse en el refractómetro de mano con escala de 0-32º Brix. Estos datos se tomaron el día de la cosecha y volumen de la baya (cc). En una probeta de 500 ml, se colocaron 100 ml de agua, y se dejaron caer 10 uvas tomadas al azar de cada repetición, se obtuvo el volumen de estas leyendo el desplazamiento que haya tenido el líquido, se dividió entre 10 y se obtuvo el volumen de una baya.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo al análisis de varianza con respecto al número de racimos por planta, (Cuadro 1), existe diferencia significativa, el portainjerto SO-4 es igual estadísticamente a los portainjertos 101-14 y 3309-C, pero diferentes al portainjerto 420-A. El portainjerto SO-4 es el que más sobresale con 48.4 racimos por planta, el portainjerto 420-A es el más bajo con 26.2 racimos por planta. En producción de uva por planta (kg), los portainjertos SO-4, 3309-C y 101-14 son iguales estadísticamente, pero diferentes al portainjertos 420-A. En el portainjerto 3309-C fue donde se logró la mayor producción con 3.32 kg por planta y el de menor producción de uva por planta es 420-A con 1.94 kg por planta. En peso del racimo (g), existe diferencia significativa entre medias de tratamientos, el portainjerto 420-A es estadísticamente igual al portainjerto 3309-C, pero diferente al SO-4 y al 101-14. El mejor peso de racimo fue 71.6 g obtenido en el portainjerto 420-A y el más bajo con 54.6 kg con el portainjerto 101-14.

Cuadro 1. Efecto del portainjerto sobre las variables; número de racimos, producción de uva por planta y peso de racimo en la variedad Merlot.

Portrainjerto	N° de Racimos por planta	Producción de uva por planta (kg)	Peso Racimos (g)
SO-4	*48.4 a	2.95 a	58.6 bc
101-14	42.0 a	2.32 a	54.6 c
3309-C	53.4 a	3.32 a	64.0 ab
420-A	26.2 b	1.94 b	71.6 a

*Variables con la misma literal son iguales entre sí.

En el Cuadro 2 se presentan los valores de las medias de la producción de uva por hectárea se encontraron diferencias significativas, sobresaliendo los portainjertos 3309-C, SO-4 y101-14 con producciones de 7.37, 6.55 y 5.15 t ha^{-1} respectivamente, En azucares solubles, (grados °Brix), no se registraron diferencias significativas entre portainjertos, como se muestra en el Cuadro 2. Respecto al volumen de la baya (cc), de acuerdo al análisis de varianza se encontraron diferencias significativas entre medias de tratamientos, el portainjerto 3309-C fue superior a los otros tres portainjertos con un volumen de baya de 0.86 cc.

Cuadro 2. Efecto del portainjerto sobre las variables producción por superficie, azucares solubles (°brix) y volumen de la baya (cc), en la variedad Merlot.

Portainjerto	t ha^{-1}	°Brix	Volumen de una Baya
SO-4	6.55 a*	22.78 a	0.78 b
101-14	5.15 a	23.28 a	0.76 b
3309-C	7.37 a	22.84 a	0.86 a
420-A	4.31 b	23.14 a	0.78 b

*Variables con la misma literal son iguales entre sí.

CONCLUSIÓN

Los portainjertos SO-4, 101-14 y 3309-C combinaron bien con la variedad Merlot, con rendimientos estadísticamente iguales de 6.55, 5.15 y 7.37 toneladas por hectárea, sin detrimento en la calidad.

BIBLIOGRAFÍA

Calderón, A. E. 1998. Fruticultura General.3ra.dición. Editorial Limusa. México D.F.

Galet, P. 1988. Cépages et Vignobles de France. Tome I. Les Vignes Américaines. 2eme. Edition. Imp. Charles Dehan. Montpellier. France.

Hidalgo, T. J. 2006. La calidad del vino desde el viñedo. Editorial mundi-prensa España.

Parra, M. 2012. Estudio sobre historia de vino Mexicano, como parte iniciativa de ley. (En línea): http://vinoclub.com.mx/index.php?module=Articulos&aid=77. (Fecha de consulta: 28 de octubre de 2014).

Salazar, D. y P. Melgarejo. 2005. Técnicas de cultivo de la vid, calidad de la uva y atributos de los vinos. Editorial Mundi-prensa, primera edición. Madrid, España.

SIAP, (Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera) 2014. Producción de uva. http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/ (Fecha de consulta: 19 de octubre de 2014). Disponible en: http://www.siap.gob.mx/.SIAP).

APLICACIÓN FOLIAR DE SUSTANCIAS INDUCTORAS DE LA TOLERANCIA A LA SEQUÍA EN FRIJOL

Ma. Magdalena Villa-Castorena[1], Ernesto Alonso Catalán-Valencia[1], Marco Antonio Inzunza-Ibarra[1], Abel Román-López[1], María del Rosario Jacobo-Salcedo

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CENID RASPA Km 6.5 Margen Derecha Canal Sacramento, Gómez Palacio, Dgo, México. 35140. villa.magdalena@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La baja disponibilidad de agua para la producción agropecuaria es un problema que va en aumento en el mundo debido al cambio climático que se está registrando en los últimos años. En México, la falta de precipitación ha ocasionado que el 50% de los municipios actualmente estén afectados por la sequía y se calcula que 1.4 millones de ha sufrieron por esta condición. En 2011, se perdieron 3.2 millones de toneladas de maíz, 600 mil de frijol y 60 mil cabezas de ganado (Romero, 2012). Ante esa situación, es necesario desarrollar e implementar estrategias que ayuden a incrementar el aprovechamiento y eficiencia en el uso del agua, reducir los efectos de la sequía en las plantas y desarrollar técnicas para obtener la producción de alimentos que necesita el país.

Una alternativa rápida y de bajo costo es la activación de los mecanismos de tolerancia al déficit hídrico en plantas mediante la aplicación exógena de sustancias químicas relacionadas con la respuesta de las plantas a los estreses abióticos como la sequía. Dentro de esas sustancias se encuentran los solutos orgánicos compatibles, fertilizantes químicos y antioxidantes (Makela *et al.*, 1998; Athar *et al.*, 2008; Dolatabadian *et al.*, 2008; Farooq *et al.,* 2009; Lopez *et al.*, 2002; Villa *et al.*, 2014).

El cultivo del frijol ocupa un lugar importante en la economía agrícola de México, tanto por la superficie que se le destina, como por la derrama económica que genera. Se siembra aproximadamente dos millones de hectáreas con un rendimiento promedio de 650 kg por ha. Se cultiva en todo el país, tanto en condiciones de riego como temporal donde la ocurrencia no definida de la precipitación impone estrés hídrico durante alguna etapa de su crecimiento. En la actualidad el frijol, continúa siendo la leguminosa de mayor importancia para la dieta de la población de bajos recursos así como por la cantidad de jornales que se ocupan en su producción (López, 2009).

El presente estudio se planteó con el fin de evaluar la respuesta del crecimiento y rendimiento de plantas de frijol a la aplicación foliar de glicina betaína, KNO_3, $Ca(NO_3)$ y ácido salicílico

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en un invernadero en el Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en la Relación Agua Suelo Planta Atmósfera (CENID RASPA) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) ubicado en Gómez Palacio, Durango. El invernadero estuvo cubierto en sus lados de policarbonato de doble pared y el techo con plástico y malla sombra 50:50. El control de la temperatura se hizo mediante extractores, pared húmeda y sensores de temperatura.

Se evaluó la aplicación foliar de cuatro sustancias químicas: ácido salicílico, glicina betaína, KNO_3, y $Ca(NO_3)$ a tres concentraciones cada una. Además se contó con dos testigos, uno de ellos consistió en usar semilla tratada y el otro sin tratar a la semilla; ambos no tuvieron aplicación foliar de las sustancias probadas. Los tratamientos resultantes se describen en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados

TRT.	Sustancia	Concentración
T1	Ácido salicílico	0.025 mM
T2	Ácido salicílico	0.05 mM
T3	Ácido salicílico	0.1 mM
T4	Glicinebetaína	10 mM
T5	Glicinebetaína	25 mM
T6	Glicinebetaína	50 mM
T7	Nitrato de potasio (fertilizante)	0.50 g L^{-1}
T8	Nitrato de potasio (fertilizante)	1.0 g L^{-1}
T9	Nitrato de potasio (fertilizante)	1.5 g L^{-1}
T10	Nitrato de calcio (fertilizante)	0.5 g L^{-1}
T11	Nitrato de calcio (fertilizante)	1.0 g L^{-1}
T12	Nitrato de calcio (fertilizante)	1.5 g L^{-1}
T13	Testigo1 (semilla tratada)	sin aplicar
T14	Testigo2 semilla sin tratar	sin aplicar

Las semillas se trataron antes de la siembra con glicine betaína 50mM y tiempo de inmersión de 12 h. Lo anterior se hizo acorde a resultados obtenidos de los estudios previos de preacondicionamiento de semillas, donde se evaluaron diferentes sustancias osmóticas. Después del tratamiento de las semillas, se secaron a temperatura ambiente y se sembraron en macetas de plástico de 20 L de volumen llenas con una mezcla de turba con perlita y vermiculita (70, 15 y 15%,v:v:v). Se colocaron dos semillas por macetas y después de la emergencia se dejó sólo una planta. Las plantas se regaron cuando el sustrato tenía del 25 al

30% de la capacidad máxima de retención de humedad con el fin de establecer una condición de estrés hídrico; para ello se pesaron las macetas cada tercer día. Las plantas se empezaron a fertilizar cuando tuvieron cuatro hojas verdaderas con una solución nutrimental equilibrada de 15 meq L^{-1} de aniones y cationes. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con siete repeticiones, la parcela experimental consistió de tres macetas por tratamiento. A los 82 días después de la siembra se midió el diámetro del tallo, el área foliar (AF), el peso seco de la raíz (PSR) y parte aérea (PSV). Esas mediciones se hicieron en cada tratamiento y en las cuatro repeticiones. Los datos se analizaron mediante el análisis de varianza usando el programa SAS (SAS, Institute, 1999) según el modelo lineal general y la separación de medias se llevó a cabo mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diámetro del tallo. La aplicación de las sustancias químicas evaluadas afectó de manera diferencial al grosor del tallo. Los tratamientos con GB y KNO_3 a máxima concentración, y con $Ca(NO_3).4H_2O$ con baja y media concentración produjeron tallos más gruesos (Cuadro 2). Ellos tuvieron en promedio 13.2 mm de grosor de tallo, el cual fue superior en un 7% al resto de los tratamientos, los cuales no fueron diferentes entre ellos ni al testigo sin aplicación foliar de sustancias químicas y con semilla tratada. Todos los tratamientos superaron al testigo sin tratamiento foliar y sin semilla tratada; indicando la ventaja que se tiene con el preaondicionamiento de la semilla.

Área foliar (AF). El AF respondió de manera positiva a la aplicación foliar con GB, KNO_3 y $Ca(NO_3).4H_2O$ a diferentes concentraciones (Cuadro 2). Por ejemplo la GB a 25 mM y KNO_3 a dosis de 0.5 y 1.0 g L^{-1}, los cuales promovieron el AF más alto, superaron en un 21% al AF obtenido en el testigo1. De igual manera, los tratamientos con KNO_3 y $Ca(NO_3).4H_2O$ a dosis de 1.5 y 1.0 g L^{-1}, respectivamente superaron al testigo1 en un 15%. Todos los tratamientos incluyendo al testigo1 superaron al testigo2.

Cuadro 2. Datos de diámetro de tallo y área foliar

TRT.	Nomenclatura	Diám del Tallo (mm)	AF (cm^2) †
T1	AS, 0.025 mM	11.45 b	10227 c
T2	AS, 0.05 mM	11.95 b	10533 c
T3	AS, 0.10 mM	11.80 b	9005 c
T4	GB, 10 mM	12.75 b	11394 c
T5	GB, 25 mM	12.42 b	13057 a
T6	GB, 50 mM	13.60 a	11225 c
T7	KNO_3, 0.5 g L^{-1}	12.50 b	13382 a
T8	KNO_3, 1.0 g L^{-1}	12.70 b	12869 a
T9	KNO_3, 1.5 g L^{-1}	13.00 a	12192 b
T10	$Ca(NO_3).4H_2O$, 0.5 g L^{-1}	13.17 a	10861 c
T11	$Ca(NO_3).4H_2O$, 1.0 g L^{-1}	13.20 a	12324 b
T12	$Ca(NO_3).4H_2O$, 1.5 g L^{-1}	12.77 b	11692 c
T13	Testigo1 (semilla tratada)	12.22 b	10373 c
T14	Testigo2 (semilla sin tratar)	9.35 c	7936 d

† Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Tukey $P = 0.05$)

Peso seco del vástago (PSV). La aplicación de GB, KNO_3 y $Ca(NO_3).4H_2O$ a concentraciones específicas afectó de manera positiva al PSV. El KNO_3 a dosis de 0.5 g L^{-1} produjo el PSV más alto con un 23% más que el obtenido en el testigo1. En seguida los tratamientos de GB a 25 y 50 mM de concentración, KNO_3 a dosis de 1 y 1.5 g L^{-1} y $Ca(NO_3).4H_2O$ a concentraciones de 0.5 y 1.0 g L^{-1}, los cuales no fueron estadísticamente diferentes entre ellos superaron en promedio al testigo1 en un 9%. Todos los tratamientos, con excepción de la aplicación con AS a 0.10 mM de concentración superaron al testigo2.

Peso seco de la raíz (PSR). La aplicación de sustancias químicas afectó de manera diferencial al crecimiento de la raíz. Por ejemplo, los tratamientos con GB y $Ca(NO_3)$.a las tres concentraciones evaluadas mostraron un valor estadísticamente similar de PSR que el testigo1. En cambio, la aplicación de AS y KNO_3 en cada concentración estudiada produjo menor PSR que el testigo1. Todos los tratamientos, con excepción de la aplicación con AS a 0.10 mM de concentración superaron al testigo2

Cuadro 3. Datos de peso seco del vástago y peso seco de la raíz y la relación de ambos

TRT.	Nomenclatura	PS vástago (g) †	PS raíz (g) †
T1	AS, 0.025 mM	73.4 cd	3.8 b
T2	AS, 0.05 mM	76.5 c	3.9 b
T3	AS, 0.10 mM	69.5 d	2.9 c
T4	GB, 10 mM	83.9 c	5.0 a
T5	GB, 25 mM	90.8 b	4.7 a
T6	GB, 50 mM	86.9 b	5.0 a
T7	KNO_3, 0.5 g L^{-1}	106.6 a	4.0 b
T8	KNO_3, 1.0 g L^{-1}	94.0 b	3.7 b
T9	KNO_3, 1.5 g L^{-1}	88.4 b	3.8 b
T10	$Ca(NO_3).4H_2O$, 0.5 g L^{-1}	87.0 b	5.0 a
T11	$Ca(NO_3).4H_2O$, 1.0 g L^{-1}	92.6 b	5.2 a
T12	$Ca(NO_3).4H_2O$, 1.5 g L^{-1}	82.4 c	4.5 a
T13	Testigo (semilla tratada)	82.2 c	4.6 a
T14	Testigo (semilla sin tratar)	65.6 d	2.7 c

† Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Tukey $P = 0.05$)

CONCLUSIONES

Se encontraron evidencias de que la aplicación foliar de la glicinebetaína, nitrato de potasio y nitrato de calcio a diferentes concentraciones afectaron las variables de crecimiento de diámetro de tallo, área foliar, peso seco del vástago.

BIBLIOGRAFÍA

Athar, H.U.R., A. Khan, and M. Ashraf. 2008. Exogenously applied ascorbic acid alleviates saltinduced oxidative stress in wheat. Environ. Exp. Bot. 63: 224-231.

Dolatabadian, A., S. A.M. Sanavy, and N. A. Chashmi. 2008. The effects of foliar application of ascorbic acid (vitamin C) on antioxidant enzymes activities, lipid peroxidation and proline accumulation of canola (Brassica napus L.) under conditions of salt stress. J. Agron. Crop Sci. 194: 206-213.

Farooq, M., A. Wahid, D.J. Lee. 2009. Exogenously applied polyamines increase drought tolerance of rice by improving leaf water status, photosynthesis and membrane properties. Acta Physiol. Plant., 31: 937–945.

Lopez, C.M.L., H. Takahashi and S. Yamazaki. 2002. Plant water relations of kidney bean plants treated with NaCl and foliarly applied Glycinebetaine. *J. Agron. Crop Sci*., 188: 73-80.

López, R.M. 2009. Tecnologías de producción del cultivo del frijol. Secretaría de Desarrollo Agropecuario. Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria. Metepec, Estado de México. SEDAGRO. Vol. 6. pp8.

Makela, P., R. Munns, T.D. Clomer, A.G. Condon, and P.P. Sainio. 1998. Effect of foliar application of glycinebetaine on stomatal conductance, abscisic acid and solute concentration in leaves ofsalt and drought stressed tomato. *Aust. J. Pl. Physiol*., 25: 663.

Romero Polanco E., 2012. Sequía afecta a más de dos millones de mexicanos. Teorema Ambiental. Revista Técnico Ambiental. Boletín electrónico del 30 de Enero del 2012. Web consultada el 30 abril 2013: http://www.teorema.com.mx/cambioclimatico/sequia-afecta-a-mas-de-dos-millones-de-mexicanos/.

Villa, C. M. M., E. A. Catalán V., M. A. Inzunza I., A. Román L. y J. L. González B. 2014. Crecimiento de plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de preacondicionamiento de semillas. Memoria de la XXVI Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. pp 188-193.

DESARROLLO FENOLÓGICO DE HIGUERA (*Ficus cárica* L.) CULTIVADA EN ALTAS DENSIDADES DE POBLACIÓN

Jesús Arcadio Muñoz Villalobos[1], Hilario Macias Rodríguez[1], Miguel Rivera González[1], Guillermo González Cervantes[1], Magdalena Villa Castorena[1]

[1] INIFAP; CENID RASPA, km 6.5 margen derecha Canal Sacramento, Gómez Palacio, Dgo. México. 35140 (villalobos.arcadio@inifap.gob.mx).

INTRODUCCIÓN

La higuera se ha venido cultivando en México época de la colonia como una especie marginal, específicamente para la producción de higo fresco primordialmente para autoconsumo y un bajo nivel de comercialización de sus excedentes. En forma muy aislada y prácticamente a nivel de traspatio se localiza en Morelos, Hidalgo, Veracruz, la península de Baja California, Distrito Federal, Puebla, San Luis Potosí, Michoacán, Sonora, Zacatecas y Durango y que en conjunto no superan las 500 hectáreas con este cultivo. Esta situación de poca importancia sobre el cultivo de higuera se debe revertir, ya que la demanda del fruto de este cultivo se está incrementando considerablemente en países europeos y Estados Unidos, específicamente el mercado norteamericano requiere 12 000 toneladas de higo para consumo en fresco y 40 mil toneladas anuales de su derivado de pasta para galletas (FAO, 2010).

Se estima que el cultivo de higuera a nivel de traspatio en los estados ya mencionados, no supera los rendimientos de 7 toneladas de higo fresco por hectárea y tan sólo se tiene una producción de 3 mil 500 toneladas de higo fresco a nivel nacional. El potencial de rendimiento comercial de este cultivo con riego presurizado y bajo macro túneles es de 40 toneladas de higo fresco por hectárea. A nivel experimental, se reportan en el Estado de México bajo condiciones de invernadero, hasta 80 toneladas de higo fresco por hectárea, con 12,000 plantas por hectárea y poda a seis ramas por planta, con crecimiento máximo de 1.8 metros de la planta (Mendoza, 2009).

Los bajos rendimientos de 7 toneladas por hectárea que se registran a nivel nacional se obtienen a través del cultivo de higuera como cultivo de traspatio con conocimientos empíricos basados en prácticas tradicionales que se heredan de generación en generación, con una visión de subsistencia por parte de quien la cultiva a dichos niveles. El problema central es que a nivel nacional no se cuenta con información sistematizada del cultivo de higuera en cuanto a balance energético bajo el sistema de manejo de altas densidades de plantación, consumo de agua y producción bajo macro túneles. Los anteriores indicadores reflejan la magnitud del vacío de conocimiento que existe en este cultivo emergente por su interés por parte de los

productores para la exportación de su producto. Los factores climáticos tales como la temperatura y la radiación solar tienen una influencia definitiva sobre el rendimiento de la higuera, ya que afectan el crecimiento de la planta y los procesos fisiológicos relacionados con la formación del fruto. Estos factores afectan indirectamente el rendimiento aumentando el daño causado por las plagas y las enfermedades.

La producción intensiva de higos se está acelerando para abastecer la demanda insatisfecha del mercado interno, que tradicionalmente está destinada al consumo doméstico, sin embargo, esta actividad se está mostrando como una nueva alternativa comercial orientada a la exportación. Con el desarrollo de un sistema de alta densidad de población y un manejo de la planta con poda corta para la renovación anual de la copa. El manejo con este sistema de plantación, facilita la cosecha y las aplicaciones de nutrición foliar y controles fitosanitarios para obtener mayores rendimientos con frutos de alta calidad. El aprovechamiento de la higuera en México para la producción de fruta fresca, no se ha sistematizado a través de cultivos comerciales, su explotación es artesanal a través de explotaciones domesticas como negocio familiar de subsistencia. En México no se ha generado conocimientos básicos y menos tecnología a partir de trabajos de investigación agronómica, donde se evalúe el comportamiento del cultivo bajo el sistema de producción con altas densidades de plantación. De acuerdo a este vacío de conocimiento, se tomaron como punto de partida los resultados que se han tenido en otros frutales que se han manejado con altas densidades de plantación, como en manzano, durazno y nogal (Lince-Duque, 2004; Lavín y Reyes, 2004), y al igual que en ellos, se considerará como una actividad fundamental las podas anuales (Ojer, 2006). El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de altas densidades de plantación sobre el comportamiento fenológico de la higuera, para definir el número óptimo de árboles por hectárea con una producción sostenida.

MATERIALES Y MÉTODOS

Con el objetivo de evaluar los requerimientos de riego, fertilización, y manejo del cultivo, de producción en el cultivo de higuera con altas densidades de plantación bajo condiciones de macro túnel en la Región Lagunera, se estableció una huerta de dos hectáreas con higuera cubiertas con macro túneles en la Pequeña Propiedad Poanas, del municipio de Gómez Palacio, Durango.

Las higueras se establecieron en la primer semana de Junio del 2013 y al momento del trasplante medían 0.20 metros y la poda experimental se implementó con el despunte, capado o poda apical en la primer semana de agosto del 2013, cuando las higueras tenían un crecimiento

de 60 centímetros, con un solo tallo, sin crecimiento lateral. El tallo se dividió en tercios con pintura de spray; primer tercio, tercio medio y tercio superior, el primer tercio se consideró de 0-20 cm, el tercio medio de 20-40 cm y el tercio superior de 40-60 cm. En esta evaluación experimental, se mantienen uniformes. La nutrición se hace a través del propio sistema de riego. Las densidades de plantación que se tienen en dicho lote son de 2,200, 4,400 y 8,800 mil higueras por hectárea.

Se establecieron bajo un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones y los tratamientos que se evaluaran son: densidades de plantación que se evaluaron en este ensayo son de 2,200, 4,400 y 8,800 mil higueras por hectárea. Actualmente se está manejando una altura de árbol (aa) de 1.5 y 2.0 metros por 2.0 y 2.5 metros de diámetro de copa (dc) con estos arreglos topológicos se tendrán las siguientes densidades de plantación ya mencionadas de 2,200, 4,400 y 8,800 plantas por hectárea respectivamente.

Los arreglos topológicos con estas densidades se establecerán en marco real de 2.0 x 2.5 m, 1.0 x 2.5 m y 0.60 x 1.0 m con un diseño experimental de bloques completos al azar considerando un árbol como parcela útil. Los tratamiento que se evaluarán serán a partir de la densidad de población (DP) y la intensidad de la poda (IP), con lo cual se inducirá una altura de árbol (aa) y un diámetro de copa planeados (dc).

Los tratamientos quedaran de la siguiente manera.

1) DP 2.0 x 2.5 m + IP 1.5 aa y 2.0 dc
2) DP 1.0 x 2.5 m + IP 2.0 aa y 2.5 dc
3) DP 0.60 x 1.0 m + IP 1.5 aa y 2.0 dc

-Las variables que se medirán en los árboles son las siguientes:
-Índice de área foliar
-Longitud y diámetro de brotes anuales,
-Peso de fruta por árbol

Las variables climáticas que se medirán son la temperatura (máximas y mínimas), radiación y el índice de área foliar (IAF).

FERTILIZACIÓN EN HIGUERA (*Ficus cárica* L.)

El programa de fertilización se llevará a cabo con aplicaciones de fertilizante disuelto en agua, a razón de un litro por planta, de la siguiente manera: sulfato de amonio 60 g por planta en dos

aplicaciones (30 junio y 06 de julio). Tambien se hicieron aplicaciones de 12-43-12 a razón de 15 g por planta en dos aplicaciones, junto con el sulfato de amonio. Despues se aplicaron compuestos de fórmula 19-19-19-2, (N, P, K, Mg, respectivamente), 420 g por planta dividido en 14 aplicaciones semanales (30 g por semana a partir de la primer semana de julio) hasta antes de la fructificación. Compuesto de fórmula 12-43-12 (N, P, K, respectivamente), 150 g por planta en 5 aplicaciones semanales de 30 g por semana en el periodo de maduración de frutos. Nitrato de calcio al 3%, semanalmente se aplicaron 5 aspersiones dirigidas a los frutos sin proteger las hojas, durante el periodo de maduración.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presenta la longitud y diámetro del crecimiento anual de las ramas en las higueras sometidas a altas densidades de población. De acuerdo con los análisis realizados a los valores obtenidos en los muestreos en los tratamientos que se evaluaron en el diseño experimental, el análisis estadístico mostro diferencias significativas entre tratamientos. El tratamiento con mayor crecimiento de ramas fue la densidad de población con 4,400 plantas por hectárea (Pta. ha^{-1}) con 112.4 cm de largo y 16.2 mm de diámetro, en el tercer muestreo (50 días de la poda). Sin embargo, el tratamiento donde se evaluó la densidad de población con 2,200 plantas por hectárea mostró un crecimiento de 111.4 cm de longitud y 15.6 mm de diámetro, promedio del crecimiento anual de las ramas (Cohelo *et al*., 2003). Esto significa que estos dos tratamientos no son estadísticamente diferentes porque las diferencias en longitud y diámetro de las ramas fueron de 1.0 cm de largo y 0.6 mm de diámetro (en la tercer muestreo; Cuadro 1).

El comportamiento de las plantas en la densidad de población 8,800 pta. ha-1, quees el tratamiento con mayor número de plantas por hectárea (la densidad de población más alta), se observó que los valores de longitud y del diámetro de las ramas apenas alcanzaron los 81.6 cm y 13.1 mm respectivamente, con una diferencia de 30.8 cm y 3.1 mm de longitud y diámetro de la rama con respecto al tratamiento de densidad de población con 4,400 pta. ha^{-1} (Goncalves *et al*., 2006).

Cuadro 1. Crecimiento vegetativo de las ramas de Higuera (*Ficus cárica* L.) bajo altas densidades de población en tres fechas de muestreo.

	FECHAS DE MUESTREO					
	1ª Fecha		2ª Fecha		3ª Fecha	
Dens. de Pob.(Pta./ha)	Diámetro (mm)	Longitud (cm)	Diámetro (mm)	Longitud (cm)	Diámetro (mm)	Longitud (cm)
8,800	9.3 b	40.3 b	10.4 b	51.5 c	13.1 b	81.6 b
4,400	12.2 ab	70.0 ab	13.2 ab	83.0 ab	16.2 ab	112.4 ab
2,200	11.9 ab	63.6 ab	12.6 ab	71.6 b	15.6 ab	111.4 ab

Dens.= Densidad; Pob.= Población; Pta.= Planta

En las Figuras 1 y 2 se observa claramente que los incrementos en todos los tratamientos de las densidades de población tuvieron un crecimiento sostenido desde la primera fecha de muestreo, hasta la tercera sin mostrar pérdidas de crecimiento. Los tratamientos de densidades de población con 4,400 y 2,200 plantas por hectárea mostraron un crecimiento más vigoroso desde la primera fecha de muestreo hasta la tercera que se realizó. Los crecimientos fueron importantes ya que alcanzaron hasta de 42.4 cm y 47.8 cm de longitud, mientras que el diámetro se incrementó en 4.0 mm y 3.7 mm respectivamente (Cuadro 1; Nienow et al., 2006).

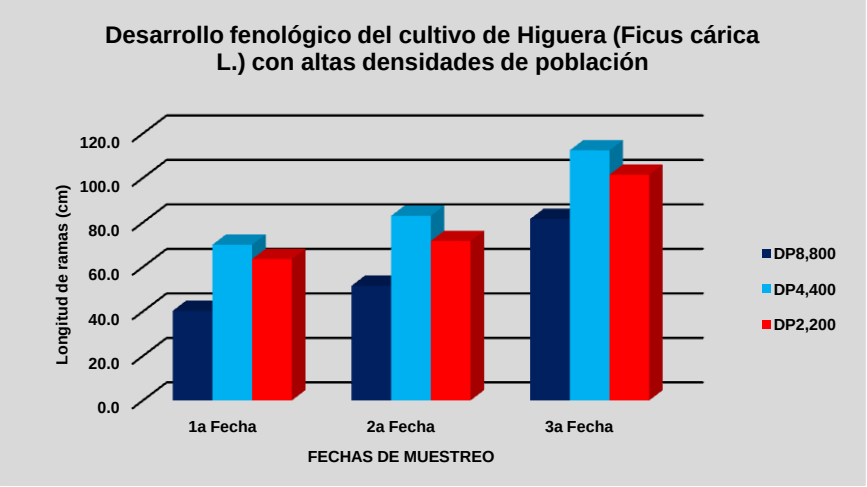


Figura 1. Dinámica del crecimiento anual de las ramas de la Higuera bajo condiciones de macro-tunelas y con altas densidades de población

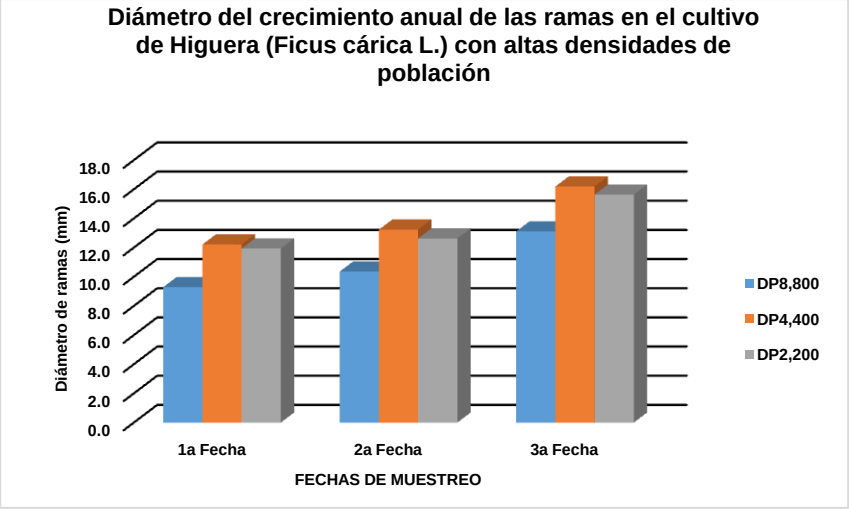


Figura 1. Diámetro del crecimiento anual de las ramas de la Higuera bajo condiciones de macro-tunelas y con altas densidades de población

El tratamiento que produjo un menor crecimiento en sus ramas, con respecto a los otros tratamientos, fue el de 8,800 plantas por hectárea desde el primer muestreo hasta el tercero. Sin embargo, el crecimiento que alcanzó fue de 41.3 cm de longitude de y 3.8 mm de diámetro. Aunque estos valores de crecimiento son muy semejantes a los del tratamiento de 4,400 plantas por hectárea, el crecimiento total es donde se refleja el vigor de la planta para crecer. Cuando se incrementa la densidad de población, se disminuye el espacio aéreo y del suelo a disposición, y en consecuencia, se acentúa la competencia por luz, agua y nutrimentos dentro de la planta y con las de su alrededor. Para compensar sus limitaciones de espacio lateral, la planta incrementa su crecimiento en altura con el objetivo de alcanzar una mayor radiación solar. A menor espacio entre los materiales, menor espacio para crecer, y por consecuencia se tendrá menor indice de crecimiento en longitud y diámetro de las ramas con un efecto negative sobre el potencial productivo.

CONCLUSIONES

- Los tratamientos de densidades de población con 4,400 y 2,200 plantas por hectárea mostraron un crecimiento más vigoroso desde la primera fecha de muestreo hasta la tercera que se muestreo.

- En el tratamiento de la mayor densidad de población (8,800pta. ha^{-1}) se encontró que, a menor espacio entre los materiales, menor espacio para crecer, y por consecuencia se tendrá menor

índice de crecimiento en longitud y diámetro de las ramas, con un efecto negativo sobre el potencial productivo.

BIBLIOGRAFIA

Coelho, G. V. de A., N. N. J. Chalfun, C. S. de Miranda, R. D. Veiga and F. C. Gonçalves. 2003. Different cultural practices in the anticipated production of green figs. Ciência e Agrotecnologia 1493-1498.

Gonçalves, C. A. A., L. C. de O. Lima, P. S. N. Lopes and M. T. de Souza. 2006. Pruning and conduction system in the yield of green fig. Pesquisa Agropecuária Brasileira 41(6): 955-961.

FAO. 2010. FAO Statistics Database (FAOSTAT). Publishing Management Service, Information Division, Food and Agricultural Organization of the United States (FAO). Via delle Terme di Caracala, Eome, Italy. http://faostat.fao.org.

Lavín, A. y M. Reyes. 2004. Frutales: Especies con potencial en el secano interior. Higuera (*Ficus carica* L.). Boletín INIA nº120 capítulo 4, p. 81-94. Chile.

Lynce-Duque D. 2004. Trabajo en técnicas y manejo de cultivos frutales, con énfasis en Podas, Fertilización, Viveros, Técnicas de establecimiento y Manejo Integrado. Universidad de Caldas, Colombia. pp. 2-10.

Mendoza C. V. M. 2009. Producción intensiva de higo (*Ficus carica* L.) bajo invernadero. Colegio de Postgraduados. Tesis de Maestro en Ciencias. pp. 60-74.

Nienow, A. A., A. Chaves, C. R. Lajús and E. O. Calvete. 2006. Fig-growing under protecting environment, submitted to different pruning times and number of branches. Revista Brasileira de Fruticultura 28 (3): 421-424.

Ojer, M. 2006. Poda en durazneros. Pautas y evaluación. Rev. FCA UNCUYO. Tomo XXXVIII. N° 2. Año 2006. 81-89.

DISPONIBILIDAD DE NITRÓGENO EN LAS DIFERENTES ETAPAS DE UN PROCESO DE COMPOSTEO AERÓBICO

Jesús Arcadio Muñoz Villalobos[1], Lourdes Lucía López Romero[1], María del Rosario Jacobo Salcedo[1], Hilario Macías Rodríguez[1]

[1] INIFAP; CENID RASPA, km 6.5 margen derecha Canal Sacramento, Gómez Palacio, Dgo. México. 35140 (villalobos.arcadio@inifap.gob.mx).

INTRODUCCIÓN

Actualmente en el mundo se requieren conocimientos básicos, métodos y tecnologías para el manejo de los sistemas de producción de cultivos agrícolas con el uso de enmiendas orgánicas como compostas, estiércoles y todos los materiales orgánicos reciclables que se aplican al suelo, y que son utilizados como fertilizantes en los cultivos o como mejoradores de suelos (Jeavons, 2002; Soto, 2003; SAGARPA, 2010). El objetivo del presente trabajo fue medir el efecto de diferentes mezclas de materiales con variación en la relación carbono/nitrógeno sobre la disponibilidad de nitrógeno (N) en las diferentes etapas de un proceso de composteo aeróbico. En una composta aeróbica, las bacterias, hongos y otros microorganismos que llevan a cabo el proceso de descomposición de los materiales orgánicos, consiguen su energía de fuentes de carbón, tales como residuos de cosecha, rastrojos, aserrín, etc. (Kim *et al*. 2004). El nitrógeno que es rescatando por los microorganismos lo utilizan para el crecimiento de la población, pero el exceso de nitrógeno generará amoníaco, nitratos, nitritos en el proceso de nitrificación, (Dalzell, *et al*. 1991). Los cinco tratamientos que se evaluaron se hicieron con las mezclas de estiércol de bovino (E) y rastrojo de maíz (R), y se mezclaron en las siguientes proporciones; T1: 75% E+25% R; T2: 50% E+50% R; T3: 25% E+75% R; T4: con 100% R y el T5: con 100% de estiércol se mantuvieron por 60 días en temperaturas mayores a los 40° C y en algunas fechas de muestreo se alcanzaron temperaturas máximas por encima de los 60° C. Los macro elementos nutritivos de mayor importancia que proporcionan los abonos orgánicos como las compostas, son el nitrógeno (N), el fósforo (P) y el potasio (K). Los porcentajes de sus concentraciones totales van a depender de la relación carbono y nitrógeno (C/N) así como de la mezcla inicial del composteo. Hay evidencias de que la pérdida de nitrógeno, como amoníaco de las pilas de compostaje, se produce cuando existen relaciones bajas de C/N en la mezcla inicial. Para ajustar la relación C/N a los valores deseados, es necesario hacer mezclas de materiales que sean una fuente de carbono y otro como fuente de nitrógeno, de tal manera que las proporciones permitan mantener los valores entre 20/1 a 35/ 1. Lo más recomendable es hacer una mezcla de materiales orgánicos con contenidos altos y bajos de nitrógeno (Dalzell *et al.,* 1991).

MATERIALES Y MÉTODOS

Procedimiento que se siguió para la elaboración de la composta aeróbica

El método del composteo aeróbico es un proceso biológico en presencia de oxígeno, mediante el cual los microorganismos actúan rápidamente sobre la materia biodegradable (residuos de cosecha, estiércol de animales y residuos urbanos), permitiendo obtener una "composta" o abono con características de fertilizante y mejorador de suelos para la agricultura (Figura 1). Para lograr que el proceso de composteo funcionara en forma óptima se buscó que los materiales usados para hacer las mezclas, tuvieran una buena relación carbono (C) y nitrógeno (N), además que la mezcla tuviera una aireación adecuada y una humedad equilibrada con la proporción de porosidad en la pila durante las primeras fases del proceso (Scheuerell y Mahaffee, 2005.

Se manejaron estas condiciones en el proceso de composteo para iniciar de forma normal alcanzando temperaturas elevadas al principio (fase termofílica), para luego, al final del proceso, alcanzar la temperatura ambiente. La relación carbono/nitrógeno (C/N) se refiere a la cantidad de carbono contenido en un material respecto a la cantidad de nitrógeno que se tiene en ese mismo material. Para explicarlo mejor, los materiales parecidos a los restos de cosecha como el rastrojo de maíz, el cual tiene una relación C/N de 50, lo que significa que existe mucho más carbono que nitrógeno y por tanto una relación C/N alta, mientras que productos como el estiércol mucho más nitrógeno que carbono, con una relación C/N de 12, y como consecuencia, una relación C/N baja.

El trabajo se desarrolló en los terrenos del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera (CENID-RASPA-INIFAP). Este se ubica en km 6.5 de la margen derecha del Canal Sacramento en Gómez Palacio, Durango. El Paso inicial fue fabricar una composta aeróbica con la siguiente metodología.

Mezcla de materiales: El procedimiento que se siguió fue el de colocar en una capa una parte de rastrojo de maíz (puede ser cualquier residuo de cosecha), más una capa de estiércol de vaca (o de gallina, cabra, borrego, etc.). En seguida estas capas se mezclaron hasta formar un montículo (conocido como “pila de composteo”), operación que normalmente se hace sobre un área plana de suelo desnudo, cubierto con plástico o en una placa de cemento. Cuando se tiene formada la pila se cubre con un plástico esto impide la liberación de malos olores, la procreación de insectos y evita que absorba exceso de humedad o pierda agua por evaporación

directa además permite mantener las temperaturas (Nieto-Garibay, *et al*., 2002). La mezcla se humedeció hasta que la humedad alcanzó niveles óptimos entre el 50% al 60%. Esto se comprobó al tomar con la mano un puño del sustrato y apretarlo hasta que el agua comience a escurrir ligeramente entre los dedos de la mano. En ese momento se dejó de agregar agua ya que el sustrato alcanzó una porcentaje de humedad con la que los microorganismos pueden trabajar en forma aeróbica.

Temperatura

Las temperaturas se midieron desde el cuándo se inició el composteo la temperatura se elevó por encima de los 60° C, durante un período de 4 a 6 semanas, lo cual requiere una mayor atención para estar controlando la temperatura y mantenerla entre los 45° y 55° C. En las primeras semanas ocurre un ciclo de temperaturas que es provocado por la actividad de los microorganismos activos que participan en la descomposición de los materiales con mayor contenido de carbono, incluidos en la composta que se está procesando. Este ciclo de temperaturas se mantiene así por un periodo de tiempo y luego comienza a enfriarse. Al voltear la pila se permite la aireación con la entrada de aire, además se incorporan al interior (al centro) los materiales del exterior para uniformar la mezcla (Navarro, 1998).

Figura 1. Se pueden alcanzar temperaturas hasta de 70° C provocando que algunos materiales se quemen en el proceso o se produzca gas metano como se observa en esta fotografía.

Tratamientos evaluados. Las pilas de las mezclas se integraron con una mezcla de dos ingredientes; 1) estiércol de bovino; y 2) por un material de base (rastrojo de maíz) para proporcionar estructura, y que permita mantener la humedad óptima y una buena aireación durante el proceso. Se evaluó un material de soporte: rastrojo de maíz el cual es el residuo de

cosecha más común proveniente del campo de zonas agrícolas en la región. En ambos casos, el material se evaluó en tres proporciones (volumen/volumen) con relación al estiércol: 3:1 tres partes de estiércol por una parte de rastrojo (75% E: 25% R); 1:1 una parte de estiércol por una parte de rastrojo (50% E a 50% R); 1:3 una parte de estiércol por tres partes de rastrojo (25% E a 75% R) y; una pila con puro rastrojo y una pila con puro estiércol. El objetivo del presente estudio fue evaluar los ciclos de las temperaturas de la composta que se generaron en base a las mezclas evaluadas durante el proceso de composteo.

Diseño Experimental

El diseño experimental que se usó fue un arreglo de bloques completamente al azar, con 5 tratamientos (mencionados en el párrafo anterior) y con 4 repeticiones. Cuando las compostas estuvieron terminadas se tomaron muestras de cada tratamiento para analizarlas en el laboratorio y determinar los contenidos de nitrógeno total (NT) y carbón total (CT) para determinar su relación carbono/nitrógeno (C/N).

Los muestreos de las compostas para analizar en el laboratorio se hicieron en tres etapas, al inicio del composteo o tiempo cero (E1), a los 15 días de composteo (E2) y a los 30 días de composteo (E3). Posteriormente se realizaron análisis de las muestras en el laboratorio (para cada una de las mezclas) para determinar los contenidos de nitrógeno total y carbono total para conocer los contenidos y hacer el cálculo de la relación C/N y así correlacionarlo con las diferentes índices de NT y CT en cada mezcla y en diferentes etapas en el proceso de composteo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los porcentajes de nitrógeno total (NT), de acuerdo con los análisis realizados a las muestras de los cinco tratamientos que se evaluaron en el diseño experimental. El análisis estadístico mostro diferencias altamente significativas entre tratamientos. El tratamiento con mayor porcentaje de NT fue la composta que se hizo con puro estiércol de bovino (T5: 100% E) con 2.35% en la tercera etapa de muestreo, seguido de los tratamientos en los que se mezcló 75% E + 25% R y en el que mezclaron 50% E + 50% R (T1 y T2) con 1.79% y 1.74% de nitrógeno total respectivamente (Peneque y Calaña, 2004). Las compostas donde se registró un menor porcentaje de nitrógeno total fueron aquellas donde se agregó un mayor porcentaje de rastrojo de maíz como el tratamiento de T4 100% de rastrojo, el cual tuvo un valor de 1.42% de NT.

El porcentaje de nitrógeno total se incrementó en todos los tratamientos desde la primera etapa hasta la tercera sin mostrar pérdidas de NT. Los tratamientos T1, T2 y T5 compuestos por la mezcla con una mayor proporción de estiércol y menor o igual de rastrojo de maíz (T1: 75%E+25%R); T2: 50%E+50%R y el T5: con 100% de estiércol) mostraron incrementos de 0.37%, 0.48% y 0.48% de NT (Cuadro 1).

Cuadro 1. Dinámica del de nitrógeno total (Kjeldahl) en tres etapas de una composta aeróbica en cinco diferentes mezclas de estiércol con rastrojo de maíz.

No. De		Contenido de NT en tres etapas		
Tratamiento	Tratamiento	E1	E2	E3
1	75% E, 25% R	1.42 ab	1.64 ab	1.79 ab
2	50% E, 50% R	1.26 b	1.39 b	1.74 ab
3	25% E, 75% R	1.05 c	1.42 c	1.42 c
4	100% R	0.91 c	1.23 c	1.42 c
5	100% E	1.87 a	2.07 a	2.35 a

E = Estiércol; R = Rastrojo; E = Etapa; NT: Nitrógeno Total

Sin embargo, el tratamiento de composteo con el 100% de rastrojo (T4: 100% R) aunque en menor proporción, también mostró un incremento de NT de 0.51% lo cual significa que se puede mejorar el contenido de NT en un rastrojo de maíz al someterlo a un proceso de composteo aeróbico.

En la Figura 2 se muestran el comportamiento del NT en las tres etapas en que se muestrearon las compostas para los tratamientos (T1, T2, T3, T4 y T5), donde se observa que todos los tratamientos mejoraron el porcentaje del NT con respecto a los valores que mostraron al inicio del ensayo. Esto es una evidencia de que el porcentaje de nitrógeno se mantiene y/o se incrementa cuando se someten los materiales orgánicos a un proceso de composteo (Willer y Yusesefi, 2001).

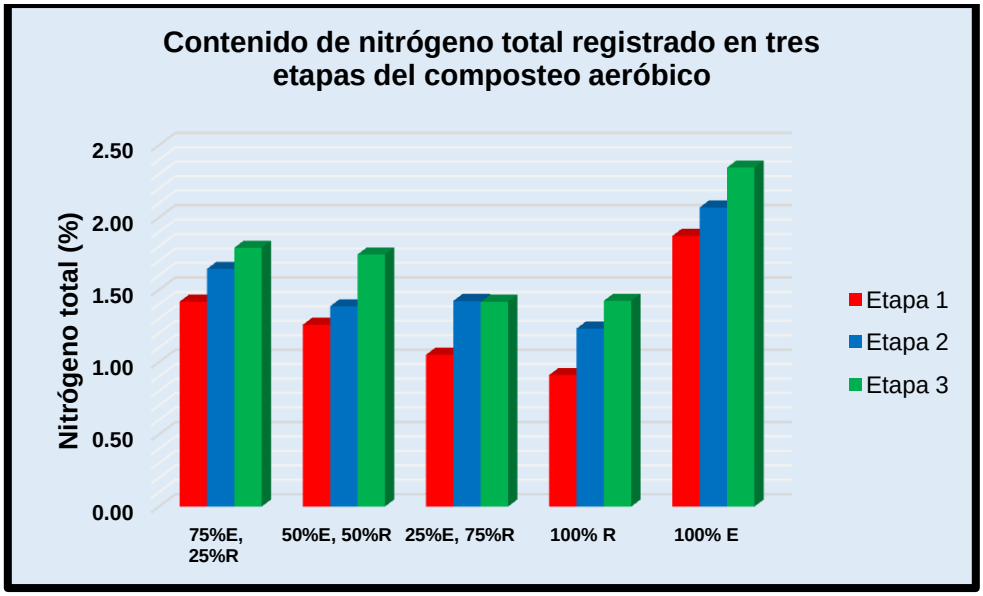


Figura 2. Gráfica del efecto de los tratamientos de composteo con mezclas de estiércol y rastrojo de maíz sobre el contenido de nitrógeno total (NT) en tres etapas del composteo aeróbico.

COCLUSIONES

-Los resultados muestran evidencias de que de que el porcentaje de nitrógeno se mantiene y/o se incrementa cuando se someten los materiales orgánicos a un proceso de composteo.

-Se puede mejorar el contenido de NT en un rastrojo de maíz al someterlo a un proceso de composteo aeróbico.

-La adición de una fuente de carbono como rastrojo de maíz en un composteo aeróbico, influye sobre las relaciones carbono/nitrógeno (C/N) al final del proceso de descomposición de los materiales orgánicos manteniendo el contenido de nitrógeno total en un nivel aceptable.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto es financiado por el INIFAP Proyecto de Fondos Fiscales 2015 No. 12294732544.

BIBLIOGRAFÍA

Dalzeell, H., A. Biddlestone, K. Gray y K. Thurairajan. 1991. Manejo del suelo: Producción y use del composte en ambientes tropicales y subtropicales. Boletín de suelos FAO. Roma-Italia. Nº 56. 312 p.

Jeavons, J. 2002. Cultivo biointensivo de alimentos. Ecology actions of the Midpeninsula. Estados Unidos. 261 p.

Kim T.I., Jeong K.H., Ham J.S., Yang C.B., Chung I.B., Kim M.K., Kim K.N. 2004. Isolation and characterization of cellulase secreting bacterium from cattle manure: Application to Composting. Compost Science & Utilization 12:242-248.

Navarro R. A. 1998. Manual para hacer composta Aeróbica. CESTA Amigos de la Tierra. p. 21.

Nieto-Garibay A., Murillo-Amador B., Troyo-Diéguez E., Larrinaga-Mayoral J. A., y J. L. García-Hernández. 2002. El uso de compostas como alternativa ecológica parala producción sostenible del chile (*capsicum annuum* l.) en zonas áridas. INCI Vol.27 No.8. Caracas ago. Pp. 208-216

Paneque, V. M., J. M. Calaña. 2004 Abonos Orgánicos, conceptos prácticos para su evaluación y aplicación. Folleto Técnico. Asociación Cubana de técnicos Agrícolas y forestales. La Habana, Cuba. 54 p.

SAGARPA, 2010. México sede de la 2ª Reunión Ordinaria de la Comisión Interamericana de Agrícultura Orgánica (CIAO), en la que participan 18 países.

Scheuerell S.J., W.F. Mahaffee. 2005. Microbial recolonization of compost after peak heating needed for the rapid development of damping-off suppression. Compost Science and Utilization 13:65-71.

Soto, M. G. 2003. Abonos orgánicos: definiciones y procesos. En: Abonos orgánicos: principios, aplicaciones e impactos en la agricultura. Ed Meléndez, G. San José, Costa Rica, pp. 20-49.

Willer H, Yussefi M. 2001 *Organic Agriculture Worldwide*. BioFach, SÖL-Sonderausgabe Stiftung Ökology & Landbau, IFOAM, Alemania, 133 pp.

RESPUESTA EN RENDIMIENTO, EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA Y CALIDAD NUTRICIONAL DE LA AVENA CON DIFERENTES LÁMINAS DE RIEGO, IRRIGADA CON GOTEO

Ríos Vega María Esther*[1], Anaya Salgado Antonio[2], Núñez Hernández Gregorio[2], Faz Contreras Rodolfo[2], Serrato Medina Hugo A.[2]

[1]Alumno Tesista del Doctorado en Ciencias en Sustentabilidad de los Recursos Agropecuarios, Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. [2] INIFAP CIRNOC C.E. La Laguna
estheryjcarlos10@hotmail.com

INTRODUCCIÒN

La avena es una gramínea que se utiliza en la región para producir forraje de calidad durante el invierno cuando el forraje es estacazo, debido a la caída de producción de alfalfa en esta época. Otro factor es la limitadas producción de primavera y verano también delimitadas por la disponibilidad de agua característica de zonas áridas y semiáridas donde el abatimiento del acuífero es común resultado de la sobre explotación para obtener agua el para el riego de especies forrajeras tradicionales (FAO, 2003).

La siembra de especies anuales de crecimiento invernal como el cultivo de avena representa una alternativa para aumentar los rendimientos de forraje durante este periodo (Lozano, 2002). Estudios realizados en la región reportan rendimientos de materia seca de 8.94 t ha^{-1} con riego de estrés hídrico controlado al 50% y cosechada en etapa floración, Faz et al. (2004) en escenarios de escases de agua, la aplicación de un riego con restricción de agua controlada muestran que se pueden obtener altos rendimientos de grano y buenos valores de eficiencia del uso del agua (Kang *et al*., 2002). Por otra parte, los rendimientos de los cultivos disminuyen al reducirse la lámina de riego aplicada (Karam *et al*. 2003).

Entonces un buen manejo del riego debe minimizar las pérdidas de producción causado por estrés hídrico durante su desarrollo (Stone *et al.,* 2001); sin embargo, al aplicar un volumen alto de agua puede eliminar el estrés hídrico al cultivo, pero también se reduce la eficiencia en el uso del agua de riego aplicada al cultivo (Morton, 1998). La superficie sembrada con avena de riego en la comarca lagunera de Coahuila y Durango en 2013 fue de 20,008.20 ha con un rendimiento promedio de 34.13 t on/Ha (SAGARPA 2013). Por lo anterior el objetivo del trabajo fue evaluar el rendimiento de materia seca, calidad nutricional y la eficiencia del uso del agua de riego del cultivo de avena forrajera bajo un sistema de riego por goteo subsuperficial y diferentes láminas de riego aplicadas para poder optimizar el uso del vital líquido.

MATERIALES Y MÈTODOS

Este trabajo de investigación se realizó en el Instituto de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias en las instalaciones del Campo Experimental La Laguna, ubicado en Matamoros, Coahuila, México, durante el ciclo otoño invierno 2012-2013; a una altitud de 1150 msnm, entre los paralelos 25° 32´ de latitud norte y los meridianos 103° 14´ de longitud oeste.

Se sembró avena variedad Chihuahua. El rego se realizó con un sistema goteo subsuperficial

Se evaluaron tres láminas de riego en base a datos de evaporación libre histórica (4 años) del tanque evaporímetro tipo "A" (Nimmo, 1964). Posteriormente, se ajustaron a la demanda atmosférica real. Los tratamientos correspondieron las láminas de riego equivalentes al 100 (T1), 75 (T2) y 50 % (T3) de la evaporación libre del taque evaporímetro tipo "A", distribuidos en bloques al azar.La parcela experimental fue de 25.5 m^2, la parcela útil fue de 12 m^2.

El riego de establecimiento fue por superficial el 27 de noviembre de 2014 el resto de riegos se realizó tres veces por semana con goteo. En el sistema de riego utilizó como líneas regantes cinta de goteo marca Ro-Drip con un espesor de pared de 0.200 mm, diámetro interior de 16 mm, con goteros espaciados a 20 cm y un gasto de 5 L h^{-1} m^{-1} a una presión de operación de 8 PSI. El espaciamiento entre líneas regantes fue de 0.76 m, instaladas a 0.36 m de profundidad del suelo. Se realizó en el establecimiento una evaluación y prueba de calidad del sistema de riego, además utilizó un medidor volumétrico previamente calibrado, para la aplicación de forma precisa del volumen de agua, cada unidad de riego fue sometida a medidores de presión.

La densidad de siembra fue de 130 Kg ha^{-1}. La fertilización de 100 kg N y 60 kg P_2O_5 ha^{-1} utilizando como fuentes de fertilización Urea y el MAP respectivamente. Se aplicó todo el N y todo el P al momento de la siembra.

La cosecha se realizó cuando el grano se encontraba en estado lechoso-masoso, se tomó una muestra de un kilogramo y se secó en una estufa de aire forzado a una temperatura de 65 ° C durante 72 h para determinar el porcentaje de materia seca (MS%) y estimar el rendimiento de forraje seco RFS (t ha^{-1}). Para la evaluación de la calidad nutricional, se tomaron muestras de plantas completas de aproximadamente un kilogramo y se secó de la misma manera. Se determinó contenido de proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), carbohidratos no fibrosos (CNF), lignina (LIG), total de nutrimentos digestibles (TND) y energía neta de lactancia (ENL) mediante espectroscopia en el cercano infrarrojo previamente calibrado. La eficiencia en el uso del agua de riego (EUAR) (kg FS m-3) se obtuvo con el RFS, PC en kg ha-1, FDA en kg ha-1, FDN en kg ha-1, LIG en kg ha-1, CNF en kg ha-1, TND en kg ha-1, ENL en Mcal ha-1 y el volumen de agua aplicado (m^3). Se tomaron datos de altura en cinco plantas al momento de la cosecha. Se realizó un análisis de varianza con el

programa SAS 9.2 bajo los procedimientos GLM y múltiple comparación de medias (LSD) para cada uno de los experimentos.

RESULTADOS Y DISCUSIÒN

Variables agronómicas

Rendimiento de foraje verde (RFV). Presentó una variacion de 16.55 a 27.0 t ha^{-1}. Los T1 y T2 fueron estadisticamente iguales (P>0.05) y superiores a T3 (P<0.05). La respuesta en el tratamientos T2 con buen valor se debe principalmente a que en RGS el agua está más disponible para la planta y aumenta el proceso de transpiración (Coelho y Or, 1999), esto genera que se ahorre agua. Lo contrario ocurre en sistemas de riego por superficie donde el proceso de evaporación aumenta (Steven *et al*., 1995). Este valor se encuentra ligeramente por debajo de la media regional (SAGARPA 2013).

Rendimiento de foraje seco (RFS). Hubo una variacion de 4.77 a 6.77 t ha^{-1}. El T2 fue superior a T3 (P<0.05) y estadisticamente igual a T1 (P>0.05).

La **altura** tuvo una media de 112.75 cm y el T3 presentó el valor mas bajo (P<0.05). El aumento en la lámina de riego fue favorable ya que la altura mostró una tendencia directa con respecto al aumento de làmina aplicada. En porcentaje de Materia Seca (**MS%**) no mostró diferencia estadisticamente significativa entre tratamientos (P>0.05). Sheafer (1988) obtuvo valores de materia seca similares.

Variables de calidad nutricional.

Fibra detergente ácida (FDA). Se presentó una media de 32.63 % con una variaciòn de 31.31 a 33.27. El porcentaje de la FDA fue mayor en T1 estaditicamente similar al T2 (P>0.05). El T3 fue estadisticamente inferior a todos los tratamientos (P<0.05). A medida que aumenta la edad de la planta, se presentan incrementos en el contenido de FDA *Elizondo y Boschini (2001),* debido al calendario de riego en el que el T1 recibió más riegos distribuidos en el ciclo de cultivo, esto tuvo como respuesta que la planta incremento su contenido de FDA en relación a los demás tratamientos.

Las variables de: Proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), Lignina (LIG), carbohidratos no fibrosos (CNF), total de nutrientes digestibles (TND), energía neta de lactancia (ENL), no presentaron diferencias estadisticas (P>0.05). Las medias de estas variables fueron: 15.10%, 52.24%, 4.96%, 21.26%, 71.46% y 1.61($Mcalkg^{-1}$) respectivamente, La calidad del forraje asocia de manera negativa las concentraciones de FAD, FND, la ENL y el TND, lo cual se atribuye a la concentración de lignina en las paredes celulares. Así mismo a menor

concentración de materia seca en la planta, mayor concentración de la proteína en la planta (Gastal y Lemaire 2002) y (Juárez y Bolaños 2007). Wu y Roth (2003) atribuyen el incremento de la digestibilidad a una menor contribución de fibras y lignina que se encuentran más concentradas en la parte baja de la planta. La digestibilidad tiene alta relación inversa con la concentración de lignina, ya que la lignina es esencialmente indigestible Bolaños y Emile (2011).

Eficiencia del uso del agua de riego (EUAR)

La producción de Proteina Cruda por metro cúbico de agua aplicada **(KgPCm^{-3})** tuvo una media de 0.16 Kg con una variacion de 0.18 a 0.13 kg, la variable tuvo un mejor comportamiento en T2 que fue superior a T1 (P<0.05) pero estadisticamente igual a T3 (P>0.05) (ver cuadro 1).

El rendimiento de fibra detergente àcida por metro cúbico de agua aplicada **(KgFDAm^{-3})** tuvo una media de 0.34 Kg con una variación de 0.39 a 0.29 Kg, en T2 se obtuvo el valor màs alto en KgFDAm^{-3} que fue superior a T1 (P<0.05) pero estadisticamente similar a T3 (P>0.05).

El rendimiento de forraje seco por metro cúbico de agua aplicada (**KgFSm^{-3})** no presentó diferncias significativas para los tratamiento (P>0.05). La media fue de 1.06 KgFSm^{-3}. Prasanna et al.,(2008) menciona que este comportamiento se da gracias a que La evaporación diaria es un indicador fuerte en las demandas del riego porque induce una mayor evapotranspiración y es afectada por las condiciones del clima de alguna manera esta variate afecto a todos los tratamientos. No se presentaron diferenias estadisticas en los tratamientos para (P>0.05) las variables KgFDNm^{-3}, KgLIGm^{-3}, KgCNFm^{-3}, KgTNDm^{-3}, (Mcalkg^{-1})m^3. Los valores medios fueron los siguientes: 0.55, 0.03, 0.22, 0.77 Kgm^{-3} de agua aplicada , y 1.74 (Mcalkg-1)m^3

Cuadro 1. Valores de rendimiento, calidad nutricional y eficiencia del uso del agua del cultivo de la Avena

	Nivel			
Variable	T1	T2	T3	Media
Agronómicas				
LR (cm)	72.1	57.1	42	
Altura (cm)	123.00 a	119.50 a	95.75 b	112.75
RFV (t ha$^{-1)}$	25.60 a	27.00 a	16.55 b	23.05
MS%	25.25 a	25.25 a	29.00 a	26.5
RFS (t ha^{-1})	6.32 ab	6.77 a	4.77 b	5.95
Calidad nutricional				
PC %	14.8 a	15.33 a	15.18 a	15.1
FDA %	33.32a	33.27a	31.31b	32.63
FDN %	53.14 a	52.16 a	51.42 a	52.24
LIG%	6.68 a	3.99 a	4.20 a	4.96
CNF%	21.25 a	20.96 a	21.57 a	21.26

TND%	75.91 a	60.36 a	78.12 a	71.46
ENL (Mcalkg^{-1})	1.72 a	1.34 a	1.78 a	1.61
Eficiencia en el uso del agua				
KgFSm^{-3}	0.87 a	1.18 a	1.13 a	1.06
KgPCm^{-3}	0.13 b	0.18 a	0.17 ab	0.16
KgFDAm^{-3}	0.29 b	0.39 a	0.35 ab	0.34
KgFDNm^{-3}	0.46 a	0.62 a	0.59 a	0.55
KgLIGm^{-3}	0.03 a	0.04 a	0.04 a	0.03
KgCNFm^{-3}	0.18 a	0.25 a	0.24 a	0.22
KgTNDm^{-3}	0.67 a	0.77 a	0.87 a	0.77
ENL (Mcalkg-1)m3	1.51 a	1.72 a	2.00 a	1.74

CONCLUSIONES

El mejor rendimiento de forraje seco de la avena (6.77 t ha^{-1}) se obtuvo cuando se aplicó una lámina de 57.1 cm con estos datos se obtuvo una eficiencia de 1.18 Kg m^{-3} de agua aplicada.

Los tratamientos no a afectaron la calidad nutricional. De igual forma en el uso eficiente del agua de riego no se afectó con excepción de las variables KgPCm^{-3} y KgFDAm^{-3}. Si se persigue un objetivo en el sentido productividad es conveniente analizar esta opción (lr del T1). Pero si el objetivo es la mayor producción de KgPC y KgFDA por metro cúbico de agua aplicado se puede considerar la lámina aplicada al T2.

BIBLIOGRAFIA

Bolaños A. E.D. y Emile, J C. 2011.Distancia entre surcos en el rendimiento y calidad de la materia seca de maíz y de sorgo Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias,2(3) pp. 299-312

Coelho, E. F. and D. Or. 1999. Root distribution and water uptake patterns of corn under surface and subsurface drip irrigation. Plant Soil 206: 123–136.

Elizondo, J. y C. Boschini. 2001. Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento y Calidad del forraje de maíz. Agronomía mesoamericana 12(2): 181-187.

Faz, C. R y Núñez H. G.2004. Un calendario de riegos para la producción de forrajes con cereales de invierno. Memorias de la XVI semana internacional de agronomía FAZ-UJED pp. 753-757

FAO. Information System on Water and Agriculture, Aquastat. 2003.

Gastal F. G. Lemaire. 2002. N uptake and distribution in crops: An agronomical and ecophysiological perspective. J Exp Bot 2002;53:789-799.

Juárez HJ, Bolaños-Aguilar ED. 2007. Las curvas de dilución de la proteína como alternativa para la evaluación de pastos tropicales. Universidad y Ciencia. Trópico Húmedo 23(1):81-90.

Kang, S.Z., Zhang. L.Y.L., Hu X.T., Cai, H.J., Gu, B.J. 2002. Effects of limited irrigation on yield and water use efficiency of winter wheat in the loess Plateau of China. Agric. Water Manage.55,203-216.

Karam, F., Breidy J., Stephan G., Rouphael J., 2003. Evapotranspiration, yield and water use efficiency of drip irrigated corn in the Bekka Valley of Lebanon. Agric. Water Manage. 63 (2), 125-137.

Lozano del R.A.J. 2002. Triticales forrajeros para la Región Lagunera. Revista Agropecuaria Laguna. Noviembre-Diciembre 2002. No. 29. pp. 4-5.

Morton, T.G., Gold, A.J., Sullivan, W.M., 1988. Influence of over watering and fertilization on nitrogen losses from home lawns. j. Environ. qual. 17, 124–130.

Nimmo W.H.R. 1964. Measurement of evaporation by pans and tanks. www. born.gov.au en la red 07/12.

Oktem A. 2008. Effect of water shortage on yield, and protein and mineral compositions of drip – irrigate sweet corn in sustainable agricultural systems.

Prasanna, H. G., J. L.Chavez, P. D. Colaizzi, R. E. Steve, T. A. Howell, and J. A. Tolk. 2008. ET mapping for agricultural water management: present status and challenges. Irrig. Sci. 26: 223-237.

SAGARPA. 2013. *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera*. Resumen económico de la comarca lagunera 2012. Balance agrícola y producción pecuaria en la comarca lagunera. Coahuila y Durango. México.

Sheafer, C. C., C. B. Tanner, and M. B. Kirkhan,1988. Alfalfa water relations and irrigation. Agronomy 29:373-409.

Steven, R. E., T. A. Howell, and A. D. Schneider. 1995. Energy and water balances for surface and subsurface drip irrigated corn. Florida. *In*: Lamm, F. R. (ed). Micro irrigation for a changing world: conserving resources/preserving the environment. Proceedings of the Fifth International Microirrigation Congress. ASAE. Orlando, Florida. pp:135-140.

Stone, P.J., R. Wilson D., D. Jamieson P., N. Guillespie R. 2001. Water deficit effects on sweet corn. II. Canopy development. Aust.J. Agric.Res. 52, 115-126.

COMPORTAMIENTO DE LA SOYA DE VERANO EN RENDIMIENTO Y EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA CON DIFERENTES REGÍMENES DE RIEGO

Anaya Salgado A.*1, Núñez Hernández G.1, Faz Contreras R.1, Serrato Medina H. A.1, Herrera González. C. I.2, Granados Niño J. A. 1.

[1]INIFAP CIRNOC C.E. La Laguna, [2]Alumno Tesista del Doctorado en Ciencias en Sustentabilidad de los Recursos Agropecuarios, Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. anaya.antonio@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La agricultura es la actividad que mayor cantidad de agua utiliza a nivel mundial un 72% del agua disponible (FAO, 2007), esto genera un grado de presión sobre el uso eficiente de la misma aun y cuando el agua utilizada en la agricultura tiene el propósito de producir alimentos que requiere la población. Con el crecimiento poblacional y por ende la demanda de productos de primera mano han esto ha convertido los recursos hídricos en bienes más escasos y caros. Por otro lado el agua siempre ha sido factor que limita la producción de los cultivos en el mundo principalmente en las regiones áridas y semiáridas donde la escasa precipitación durante el año es insuficiente para el desarrollo de los cultivos, por lo tanto es necesario suministrar agua a través del riego (FAO, 2012). No obstante, en estas áreas la disponibilidad de agua para riego es baja y también existe un gran desperdicio de la misma durante su aplicación.

Ante esta panorámica, es necesario desarrollar mejores prácticas de manejo del riego, utilizar cultivos que requieran menos agua y que tengan un alto potencial de producción con el objetivo en aumentar la eficiencia y la productividad del agua.

Un riego eficiente contempla los máximos rendimientos por unidad de agua aplicada con un mínimo de pérdidas inevitables garantizando al mismo tiempo sostenibilidad al ecosistema.

Una estrategia que puede maximizar la producción utilizando menos agua de riego es la aplicación de riegos deficitarios a los cultivos (Oktem, 2008). Sin embargo, estudios relacionados con la aplicación de este tipo de riego en los cultivos muestran que se pueden obtener altos rendimientos en grano y buenos valores de eficiencia del uso del agua (Kang *et al*., 2002). Un buen manejo del riego debe lograr optimizar la producción de los cultivos al minimizar el daño causado por el estrés durante su desarrollo (Stone *et al.,* 2001), sin embargo, al aplicar una alta tasa de agua pueden eliminar el estrés hídrico del cultivo, pero también reducirá la eficiencia del riego, aumentando la cantidad de agua utilizada por el cultivo (Morton,1998). No obstante, existen también investigaciones que muestran que los rendimientos de los cultivos disminuyen al reducir la lámina de riego aplicada, Karam *et al*. (2003), declararon que la deficiencia de agua reduce de manera significativa la acumulación de

materia seca. En el caso de la Comarca Lagunera, zona árida de la región norte de México, con una precipitación promedio anual de 200 mm y una evaporación promedio anual de 2000 mm (Montemayor *et al*., 2007), el sector agropecuario utiliza el 84 % del total de agua disponible, la mayoría de la cual, es utilizada en la producción de forrajes para la alimentación de ganado lechero. En este esenario, En trabajos de investigación a nivel regional se demuestra que hay aumento en la altura, rendimiento de forraje verde (RFV), rendimiento de forraje seco (RMS) al incrementar la lámina de riego, (Cruz y Núñez, 2012).

En el ciclo de primavera-verano el cultivo de la soya en el 2012 alcanzó valores de 144,000 ha. Sembradas a nivel nacional (SAGARPA, 2012).

Por la situación descrita, el objetivo del presente trabajo fue: evaluar el rendimiento de materia seca y la eficiencia del uso del agua de riego del cultivo de soya bajo diferentes láminas de de agua aplicadas para poder optimizar su uso.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación se realizó en el Instituto de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias en las instalaciones del Campo Experimental la Laguna, ubicado en Matamoros, Coahuila, México, a una altitud de 1150 msnm, entre los paralelos 25° 32´de latitud norte y los meridianos 103° 14´de longitud oeste.

En el trabajo se utilizó el cultivo de la soya variedad Cajeme en un diseño de bloques completos al azar. Donde se probaron tres diferentes laminas de riego (T1, T2, T3). La parcela experimental fue de 80 m^2. La parcela útil fue de 36.48 m^2.

La siembra se realizó en húmedo el día 13 de julio del 2012 en un suelo de textura arcillosa**.** La densidad de población fue de 35 plantas m^{-1}, la separación entre surcos fue de 0.76 cm. La dosis de fertilización fue 280 - 80 – 00, N – P – K, ha^{-1}. Se aplicó la mitad del nitrógeno y todo el fosforo al momento de la siembra, el resto se aplicó en el primer auxilio; las fuentes de fertilización fueron Urea y MAP.

El riego de las parcelas experimentales se realizó con tubería presurizada de conducción al lote experimental y se instalaron hidrantes para la conexión de la tubería de compuertas. Para la aplicación de las láminas de riego, se utilizaron datos de la evaporación libre histórica (4 años) del tanque evaporímetro tipo “A” (Nimmo, 1964) posteriormente se ajustaron a la demanda atmosférica real. El número e intervalo de riegos varió en cada tratamiento. Para la aplicación de forma precisa del volumen de agua a cada uno de los tratamientos ensayados se utilizó un medidor volumétrico previamente calibrado.

La cosechó se realizó cuando el cultivo presentó 100 % de llenado de vainas y hojas verdes (Toledo, 2006).

El rendimiento de forraje verde (RFV) (t ha^{-1}) se estimo con la parcela útil. Posteriormente, se tomó una muestra de un área de 2.3 m^2 y se secó en una estufa de aire forzado a una temperatura de 65 ° C durante 72 hrs, después, con esto se determinó el porcentaje de materia seca (MS%) y se estimó el rendimiento de forraje seco RFS (t ha^{-1}).

La eficiencia en el uso del agua de riego (EUAR) (kg MS m^{-3}) se obtuvo al dividir los kg MS con el volumen de agua aplicado. También se tomaron datos de altura en cinco plantas al momento de la cosecha.

A la información obtenida se le realizó un análisis de varianza con el programa SAS 9.2 bajo los procedimientos GLM y de múltiple comparación LSD.

RESULTADOS Y DISCUSION

Láminas y número de riegos aplicados.

Se aplicaron láminas de riego de 48, 56 y 81 cm. Estos valores correspondieron al 56, 65 y 94% de la evaporación libre (Ev_o). El número de riegos varió desde cuatro hasta siete aplicaciones. El primer riego fue el de aniego a los 10 días antes de la siembra (das), A partir de los 28 dds se aplicaron los tratamientos. El número de auxilios fueron los siguientes: Tratamiento (tto) 1 (6 auxs), tto 2 (4 auxs), tto 3 (3 auxs). Todas las láminas de riego fueron diferentes ($P<0.05$). Ver Cuadro 1.

Cuadro 1. Láminas de riego y su distribución en el experimento.

		das	dds							
		10	28	40	52	74	82	88		
tto	riegos	lr(cm)							lrT(cm)	Evo(%)
1	6	14	10	15	17	10	8	7	81	94
2	4	14	9	-	15	11	-	7	56	65
3	3	14	9	-	14	11	-	-	48	56

das = días antes de la siembra, dds = días después de la siembra, tto = Tratamiento, lrT = Lámina de riego total, Ev_o = evaporación libre.

Variables agronómicas.

La cosechó se realizó a los 111 dds cuando el cultivo presentó 100 % de llenado de vainas y hojas verdes. En el rendimiento de forraje verde (RFV), presentó diferencias significativa, los valores fueron desde 13.53 (tto2) hasta 21.30 t ha^{-1} (tto1). El tto 1 tuvo el mejor comportamiento

estadístico para esta variable, los tto's 2 y 3 fueron estadísticamente iguales (P<0.05). En la altura de planta no se encontró diferencia significativa en los tratamientos, el promedio de alturas fue de 0.32, los valores encontrados fueron menores a los obtenidos por Demirtas, (2009) de 1 m, en un tto de riego que consideró la aplicación del mismo en cuatro etapas principales de la soya que son antes de la floración, plena floración, inicio de desarrollo de vainas, y llenado completo de vainas. Los valores correspondientes a los otros tto's fueron bajos a los reportados por este mismo autor. Se observó que el incremento en el déficit de riego (menores laminas de riego y mayores intervalos de riego ver cuadro 1) afectó negativamente la altura de planta de la Soya.

Los valores de RFS fueron desde 3.93 (tto2) hasta 5.53 t ha^{-1}(tto1), no se encontró diferencia significativa. Estos valores son más bajos a los mencionados por Santamaria *et al.* (2006) de hasta 7.4 y hasta 10 ton ha^{-1}, al igual que los encontrados por Reta *et al.* (2007) desde 7.7 hasta 9.2 con una lr aproximada de 87 cm y un calendario de riego semejante al tto 1. Una explicación a los bajos rendimientos de materia seca es debido a que el cultivo presenta periodos críticos al estrés desde la diferenciación floral hasta el final de la vaina citado por Santamaria *et al.,* (2006) y en este experimento al tto 3 el último riego aplicado fue cuando el cultivo se encontraba en final de la floración (74 dds) por lo cual probablemente sufrió condiciones de estrés en el llenado de grano y aun cuando al tto 2 se le aplicó un riego mas de auxilio (88 dds) este no presentó un efecto considerable en el RFS.

Los valores de %MS oscilaron desde 25.83 (tto1) hasta 31.53 (tto 2) no se encontró diferencia para (P<0.05). No obstante el valor mayor de %MS presentado por el tto 2, no influyó para no encontrar diferencias estadísticas en RFS.

La variable EUAR no mostró diferencias en la aplicación de láminas de riego, el valor promedio fue de 0.78 kg MS m^{-3}. El tto3 presentó un valor de 0.90 kg MS m^{-3}, estos valores fueron similares a los obtenidos por Olguín, 2013. Al utilizar este valor y al relacionarlo con todas las variables, se obtuvo que a medida que se disminuye la lr aplicada (por ende un menor % de la Ev_o libre directa del tanque evaporímetro es aplicado), la altura y el RFV disminuye con respecto al tto 1 (Cuadro 2).

Cuadro 2. Respuesta de las variables agrícolas de la soya y láminas de riego aplicadas.

Tto	*Lr*	*Altura*	*RFV*	*MS*	*RMS*	*EUAR*
#	cm	m	ton ha^{-1}	%	ton ha^{-1}	kg MS m^{-3}
1	81.0a	0.35a	21.30a	25.83a	5.53a	0.68a
2	56.0b	0.30a	13.53b	31.53a	3.93a	0.70a
3	48.0c	0.30a	15.23b	28.15a	4.30a	0.90a

La figura 1. Muestra el comportamiento obtenido en el cultivo, en la misma se observa que a medida que se incrementa la lr aplicada, el RFS también se eleva. No obstante, se observa también que el aplicar un riego mas (tto 2 y 1) a los 88 dds (21 antes de cosecha) no tuvo un efecto considerable en RFS en esta especie forrajera. En esta misma figura se aprecia el comportamiento de la EUAR que indica que a medida que se incrementa la lr aplicada los valores disminuyen.

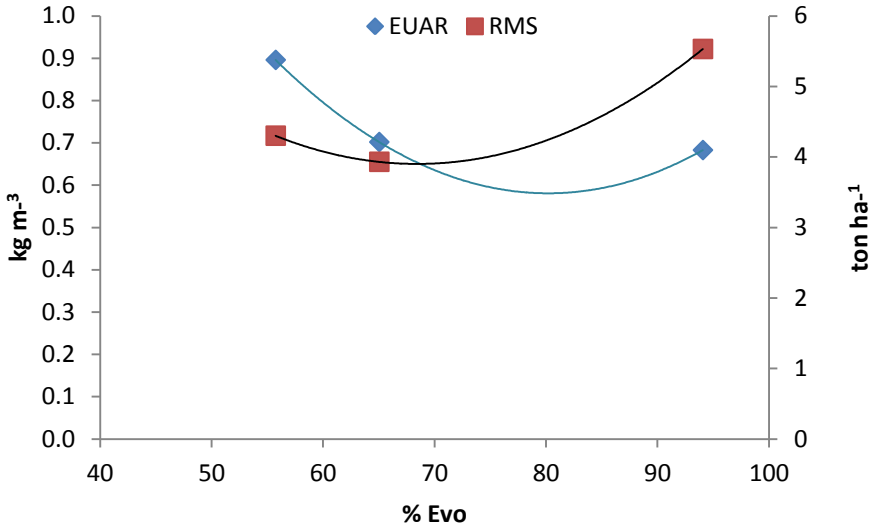


Figura 1. Comportamiento de la EUAR y RMS con respecto a la lr aplicada en soya.

CONCLUSIONES

La aplicación de mayor cantidad de agua incrementó la producción de forraje seco mas no fue lo más eficiente, por lo tanto en la soya el aplicar láminas de riego grandes es ineficiente (tto1).

A medida que se disminuyó la cantidad de agua aplicada (por ende se incrementó el déficit de riego) al cultivo de la soya las variables agrícolas se vieron afectadas negativamente.

La mayor EUAR fue encontrada al aplicar 48 cm de Lr. Donde se aplicó el cuarto riego en el tto 3 hasta los 74 dds. Por lo tanto al incrementar la lámina de riego la EUAR disminuyo significativamente.

BIBLIOGRAFIA

Cruz Ch.J.J. Y Núñez H.G, 2012. Efecto del agua aplicada en el rendimiento y eficiencia del Uso del agua en ballico anual, Memoria de la XXIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED: 618-622

Demirtas C., Yasgan S., Nazmi C.B., Sincik M., Buyukcangaz y Tanju G. A.2010. Quality and yield response of soybean to drought stress in sub humid environment. African Journal of Biotechnology Vol 9 (41) pp 6873-6881.

FAO. 2007. Information System on Water and Agriculture, Aquastat.

FAO, 2012. Crop Crop yield response to wáter, Irrigation And Drainage Paper No. 66: 12, 111-112.

Kang, S.Z., Zhang. L.Y.L., Hu X.T., Cai, H.J., Gu, B.J. 2002. Effects of limited irrigation on yield and water use efficiency of winter wheat in the loess Plateau of China. Agric. Water Manage.55,203-216.

Karam, F., Breidy J., Stephan G., Rouphael J., 2003. Evapotranspiration, yield and water use efficiency of drip irrigated corn in the Bekka Valley of Lebanon. Agric. Water Manage. 63 (2), 125-137.

Montemayor T. J. A., J. Olague R., M. Fortis H., R. Sam B., J. A. Leos R., E. Salazar S., J. Castruita L., J.C. Rodríguez R. y J. A. Chavarría G. 2007. Consumo de agua de maíz forrajero con riego sub superficial. Terra latinoamericana 25: 163 -168.

Morton, T.G., Gold, A.J., Sullivan, W.M., 1988. Influence of over watering and fertilization on nitrogen losses from home lawns. j. Environ. qual. 17, 124–130.

Nimmo W.H.R. 1964. Measurement of evaporation by pans and tanks. www. born.gov.au en la red 07/12.

Oktem A. 2008. Effect of water shortage on yield, and protein and mineral compositions of drip – irrigate sweet corn in sustainable agricultural systems.

Olguín V. S. 2013. Producción, calidad nutricional y eficiencia en el uso del agua de cultivos forrajeros en la Comarca Lagunera. Tesis de maestría, UJED. Gómez Palacio, Durango.

Reta S D.G., Castellanos GPC., Santamaría C. J., y Olague RJ, 2007. Rendimiento y calidad de variedades de soya durante el verano en la comarca lagunera.. Memoria de la XIX Semana Internacional de Agronomía de la Faz Ujed Gómez Palacio Durango México.

SAGARPA. 2012. Resumen económico nacional 2012. Balance agrícola y producción pecuaria en México.

Santamaría C. J., Reta S D.G. y Chávez GFJ, 2006. Potencial productivo de soya cultivo forrajero alternativo en la Comarca Lagunera. Memoria de la XVIII Semana Internacional de Agronomía de la Faz Ujed Gómez Palacio Durango México.

Stone, P.J., Wilson D.R., Jamieson P.D., Guillespie R.N. 2001. Water deficit effects on sweet corn. II. Canopy development. Aust.J. Agric.Res. 52, 115-126.

Toledo, C. 2006. Introducción del ensilaje de Soya en un Sistema de Producción intensiva de leche en el trópico húmedo de Costa Rica. Tesis Ph D. Sistemas de Estudios de Posgrado, Universidad de Costa Rica, San José. 120 p.

RESPUESTA EN RENDIMIENTO Y EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA EN DOS VARIEDADES DE SORGO FORRAJERO DE VERANO

Anaya Salgado A.*1, Núñez Hernández G.1, Faz Contreras R.1, Serrato Medina H. A.1 Ríos Vega María Esther 2, Granados Niño J. A. 1,

1 INIFAP CIRNOC C.E. La Laguna, 2 Alumno Tesista del Doctorado en Ciencias en Sustentabilidad de los Recursos Agropecuarios, Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango
anaya.antonio@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de alimentos, la presencia de fenómenos meteorológicos que incrementan la escasez de agua, la cantidad de agua utilizada en la agricultura (72% del agua disponible) (FAO, 2007) son factores que enfocan la atención en la medición del uso y manejo del agua en la agricultura, aun y cuando esta tiene el propósito de producir alimentos que requiere la población. El uso del agua para este fin es intenso. Estudios indican que los recursos de suelo y agua son escasos hoy en día y los pronósticos no son alentadores (FAO, 2008). Todo esto obliga a realizar un uso sustentable de los recursos naturales y generar avances que ayuden a mitigar el efecto de escasa disponibilidad del recurso hídrico. En las regiones áridas y semiáridas donde la escasa precipitación durante el año es insuficiente para los cultivos. El agua siempre ha sido un factor que limita la producción de los cultivos (FAO, 1998). Por lo tanto, es necesario suministrar agua a través del riego, no obstante, en estas áreas la disponibilidad de agua para riego es baja y además existe un gran desperdicio de la misma durante su aplicación. Ante este escenario, es necesario desarrollar tecnologías para manejar el riego, tal como: utilizar especies forrajeras que requieran menos agua y que tengan un alto potencial de producción. Uso de variedades que tengan características en el ahorro de agua y buena producción. Calendarios de riegos que optimicen el uso del agua. Sistemas de riego altos en eficiencia global de riego. Riegos deficitarios. Todo esto con el objetivo de aumentar la eficiencia y la productividad del agua.

Un riego eficiente debe contempla los máximos rendimientos por unidad de agua aplicada con un mínimo de pérdidas garantizando al mismo tiempo sostenibilidad al ecosistema. Una estrategia que puede maximizar la producción utilizando menos agua de riego es la aplicación de riegos deficitarios a los cultivos (Oktem, 2008). Estudios relacionados con la aplicación de este tipo de riego en los cultivos muestran que se pueden obtener altos rendimientos en grano, forraje seco y buenos valores de eficiencia del uso del agua (Kang *et al*., 2002). Un buen manejo del riego debe garantizar maximizar la producción de los cultivos al minimizar el daño causado por el estrés durante su desarrollo (Stone *et al.,* 2001), sin embargo, al aplicar una alta

tasa de agua pueden eliminar el estrés hídrico del cultivo, pero también reducirá la eficiencia del riego, aumentando la cantidad de agua utilizada por el cultivo (Howell, 2001). No obstante, existen también investigaciones que muestran que los rendimientos de los cultivos disminuyen al reducir la lámina de riego aplicada, Karam *et al*. (2003), declararon que la deficiencia de agua reduce de manera significativa la acumulación de materia seca. En trabajos de investigación a nivel regional demuestran que hay aumento en la altura, rendimiento de forraje verde (RFV), rendimiento de forraje seco (RMS) al aumentar la lámina de riego, (Cruz y Núñez, 2013), (Anaya y Núñez, 2013).En el caso de la Comarca Lagunera, zona árida de la región norte de México, con una precipitación promedio anual de 200 mm y una evaporación promedio anual de 2000 mm (Montemayor et al 2006), el sector agropecuario utiliza el 84 % del total de agua disponible, la mayoría de la cual es utilizada en la producción de forrajes para la alimentación de ganado lechero es inseparable realizar acciones que mejoren este escenario.

En el ciclo de primavera-verano los principales cultivos que se producen son maíz y sorgo. En el 2012 estos cultivos alcanzaron valores de 12,763 y 17,264 ha respectivamente (60 % de la superficie total cosechada en la región) (SAGARPA 2011).

El objetivo del trabajo fue evaluar el rendimiento de materia seca y la eficiencia del uso del agua de riego en dos variedades del cultivo del sorgo forrajero bajo diferentes láminas de riego aplicadas para poder optimizar su uso.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación se realizó en el Instituto de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias en las instalaciones del Campo Experimental la Laguna, ubicado en Matamoros, Coahuila, México, a una altitud de 1150 msnm, entre los paralelos 25° 32´de latitud norte y los meridianos 103° 14´de longitud oeste.

En el experimento se probaron dos variedades de sorgo (Silo Miel y Silo Max). En un diseño de bloques completos al azar donde se probaron tres diferentes laminas de riego (T1, T2, T3). La parcela experimental fue de 40 m^2. La parcela útil fue de 18.24m^2.

La siembra se realizó en húmedo el día 13 de julio del 2012 en un suelo de textura arcillosa**.** La densidad de siembra fue de 25 semillas m^{-1}, la separación entre surcos fue de 0.76 cm. La dosis de fertilización fue 280 - 80 - 00 N, P, K, respectivamente. Se aplicó la mitad del N y todo el P al momento de la siembra, el resto se aplicó en el primer auxilio; Las fuentes de fertilización fueron Urea y MAP.

El riego de las parcelas experimentales se realizó con tubería presurizada de conducción al lote experimental y se instalaron hidrantes para la conexión de la tubería de compuertas. Para la

aplicación de las láminas de riego, se utilizaron datos de la evaporación libre histórica (4 años) del tanque evaporímetro tipo "A" (Nimmo, 1964) posteriormente se ajustaron a la demanda atmosférica real. El número e intervalo de riegos varió en cada tratamiento. Para la aplicación de forma precisa del volumen de agua a cada uno de los tratamientos ensayados se utilizó un medidor volumétrico previamente calibrado.

La cosecha se realizó en estado lechoso masoso. Para estimar el rendimiento de forraje verde (RFV) se utilizó el peso de la parcela útil (t ha^{-1}). Posteriormente, se tomó una muestra de un kilogramo y se secó en una estufa de aire forzado a una temperatura de 65 °C durante 72 hr después, con esto se determinó el porcentaje de materia seca (MS%) y se estimó el rendimiento de forraje seco RMS (t ha^{-1}).

La eficiencia en el uso del agua de riego (EUAR) (kg MS m^{-3}) se obtuvo al dividir el RMS en kg MS ha^{-1} entre el volumen de agua aplicado (m^3) a la misma superficie, también se tomaron datos de altura en cinco plantas al momento de la cosecha.

A la información obtenida se le realizó un análisis de varianza con el programa SAS 9.2 bajo los procedimientos GLM y de múltiple comparación LSD.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Láminas y número de riegos aplicados al sorgo Silo Miel y Silo Max.

Las láminas totales de riego aplicadas para el sorgo Silo Miel y sorgo Silo Max fueron 48, 56 y 81cm durante el ciclo, Estos valores correspondieron al 58, 68 y 98% para el sorgo Silo Miel y para el sorgo Silo Max. 61, 71 y 103 % de la Evaporación libre (Ev_o). La diferncia en valores de Ev_o se dio debido a que el estados del grano lechoso masoso se presento en el silo Max a los 103 dds y en el silo miel a los 122 dds. Sin embargo el número de riegos varió desde cuatro hasta siete aplicaciones. El primer riego fue el de aniego a los 10 días antes de la siembra (das). A partir de los 28 dds se aplicaron los tratamientos. El número de auxilios fueron los siguientes: tratamiento (tto) 1 (6 auxs), tto 2 (4 auxs), 3 (3 auxs). Todas las láminas de riego fueron diferentes ($P<0.05$). Ver cuadro 1. Aishah *et al*., (2011) también encontraron diferencias significativas entre láminas de riego y calendarios de riego en el cultivo de sorgo en Malasia.

Cuadro 1. Láminas y número de riego.

		das			Dds				
		10	28	40	52	74	82	88	
tto	# de riegos	lr(cm)							lrT (cm)
1	6	14	10	15	17	10	8	7	81
2	4	14	9	-	15	11	-	7	56
3	3	14	9	-	14	11	-	-	48

das = días antes de la siembra, dds = días después de la siembra, tto = tratamiento, lrT = lámina de riego total.

Variables agronómicas

Altura de planta. El análisis de varianza para la altura del sorgo Silo Miel y sorgo Silo Max indicó diferencia estadística entre tratamientos de riego ($P<0.05$). En ambos sorgos el tto1 fue el que mostró la mayor altura. El sorgo silo miel registró una altura de 2.80 a 3.27 m y el silo Max de 2.45 a 2.77 m. Los valores más bajos para esta variable se registraron con el tratamiento 2 (2.80 y 2.45 m) (cuadro 2 y 3). El sorgo silo miel en general presentó la mejor respuesta en altura a los tratamientos. La diferencia entre altura se debió a la oportunidad de riego y a las láminas aplicadas, aunque cabe mencionar que para el sorgo silo miel no hubo diferencia significativa entre el tto 2 y el tto 3 ($P> 0.05$). Los valores obtenidos en este trabajo (cuadro 1 y 2) son similares a los reportados por Núñez *et al*., 2010, donde probaron diferentes variedades de sorgo en la Comarca Lagunera. Por otro lado, estas alturas fueron también similares a las reportadas por Ottman (2010), quien indica que al incrementar la lámina de riego se incrementó también la altura de la planta.

Rendimiento de forraje verde (RFV). El análisis de varianza para esta variable mostró diferencia significativa entre tratamientos ($P<0.05$) para ambos sorgos (cuadro 2 y 3), siendo el tratamiento 1 el que registró los mayores rendimientos de forraje verde para el silo miel y silo max, 83 y 61 t ha^{-1} respectivamente. Los tratamientos 2 y 3 fueron estadísticamente similares entre sí ($P>0.05$), para el sorgos silo Max. Los rendimientos para el silo miel variaron desde 63.10 t ha^{-1} con el tto 3 hasta 83.37 t ha^{-1} con el tto 1 y para el silo Max variaron desde 48.32 t ha^{-1} con el tto 2 hasta 61.32 t ha^{-1} con el tratamiento 1. Estos resultados fueron similares a los encontrados por Núñez *et al*., (2007) y Núñez *et al*., (2010) y Jiménez *et al*., (2011), para ambos sorgos.

Rendimiento de forraje seco (RFS). En rendimiento de forraje seco, el tratamiento 1 fue diferente estadísticamente a los demás tratamientos (P<0.05) y el que presentó mejor respuesta fue el sorgo silo miel con valores desde 9.93 a 18.73 t ha^{-1}, mientras que en el sorgo silo Max fueron desde 10.82 a 13.80 t ha^{-1}. Los tto 2 y 3 fueron similares (P>0.05) para este sorgo (cuadro 2 y 3). La diferencia en rendimiento entre tratamientos, fue reflejo de las láminas de riego aplicadas durante el ciclo del cultivo. Los resultados obtenidos en este trabajo fueron similares a los reportados por Saeed y El-nady (1998), Angadi (2010), Núñez *et al*., (2007) y Unger (1988). Por otro lado los rendimientos del sorgo silo max y silo miel fueron superiores (mayoría de tratamientos) a los reportados por Marsalis, 2011, quien reportó rendimientos promedios de sorgo de 10 t ha^{-1} en el estado de Texas USA.

Eficiencia en el uso del agua de riego.

El análisis de varianza para la eficiencia en el uso del agua, mostró diferencia entre tratamientos (P<0.05) para el silo Max 2.34 (tto 3) a 1.70 kg MSm^{-3} (tto 1). En el sorgo silo miel no hubo diferencias significativas (Cuadro 2 y 3). Los resultados de este trabajo fueron similares a los encontrados en un ensayo realizado por Aishah et al., (2011). La mayor eficiencia en el uso del agua se obtuvo con el tratamiento donde se aplicó la menor lámina de riego. Aunque se observa que la eficiencia en el uso del agua no siempre disminuye al aplicar mayores láminas de riego (cuadro 2 y 3). Estos resultados fueron similares a los reportados por Miller y Stroup (2004), pero inferiores a los encontrados por Aishah *et al*., 2011 en Malasia.

Cuadro 2. Respuesta de las variables agrícolas de sorgo Silo Miel a las láminas de riego aplicadas.

Tto	**Lr**	**Altura**	**RFV**	**RFS**	**EUAR**
#	Cm	m	t ha^{-1}	t ha^{-1}	kg MS m^{-3}
1	81	3.27a	83.37a	18.73a	2.31 a
2	56	2.80b	64.65b	12.45b	2.22 a
3	48	2.96ab	63.10c	9.93c	2.06 a

Cuadro 3. Respuesta de las variables agrícolas de sorgo Silo Max y las láminas de riego aplicadas.

Tto	**Lr**	**Altura**	**RFV**	**RFS**	**EUAR**
#	cm	M	t ha^{-1}	t ha^{-1}	kg MS m^{-3}
1	81	2.77a	61.32a	13.80a	1.70b
2	56	2.45c	48.32b	10.82b	1.90b
3	48	2.47b	52.90ab	11.22ab	2.34ª

CONCLUSIONES

El sorgo silo miel tiene mayor potencial para producción que el silo Max, en las condiciones de clima y suelo en que se desarrolló el ensayo.

El tratamiento que presentó un mejor comportamiento en cuanto altura de planta, RFV y RFS fue el tratamiento 1, para ambos sorgos, no obstante fue al que se le aplicó una mayor lámina de agua (81 cm).

El silo Max presentó el valor más alto en EUAR en el tto 3 con 2.34 kg MS m^{-3}. También, por su precocidad fue más eficiente y soportó mejor los riegos deficitarios.

BIBLIOGRAFÍA

Aishah S., Saberil. H. A. R., Halim R. A. and Zaharah A. R. 2011. Yield responses of forage sorghums to salinity and irrigation frequency. African Journal of biotechnology Vol. 10 (20), pp 4114-4120.

Anaya, S. A., G. Núñez H., J. J. Cruz Ch., R. Faz C., H. A. Serrato M. 2013. Comportamiento del rendimiento y eficiencia del uso del agua en sorgo sudan a diferentes regímenes de riego. Memoria de la xxv Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED pp. 329-334.

Angadi S. 2010. Improving forage quality, productivity and water use efficiency using sorghum-legume intercropping systems. Presentation. Plant and Environmental Science New Mexico State University Clovis NM.

Cruz, C. J. J., G. Núñez H., Anaya S. A., R. Faz C. 2013 Efecto del agua aplicada en el rendimiento, calidad nutricional y eficiencia del uso del agua en maíz forrajero AGROFAZ volumen 13 número 3. pp.11-119.

FAO, 1998. Crop Evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements. Chapter 6. Single crop coefficient.

FAO Irrigation and Drainage Papers Version 56.FAO, 2008. El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2008. Biocombustible: Perspectiva, riesgos y oportunidades. Colección FAO. ROMA.

FAO. Information System on Water and Agriculture, Aquastat. 2007.

Howell, T. A. 2001. Enhancing water use efficiency in irrigated agriculture. Agron. J. 93:281-289. http://www.inifap.gob.mx/

Jiménez O. R., Domínguez D. S., Rosales S. R., Nava B. A. y Núñez M. O. G. 2011. Producción de forraje y jugo en sorgo dulce cultivado en dos densidades de siembra. Memoria de la XXIII Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Pp 820-825.

Kang, S. Z. Zhang. L., Y.L., Hu X. T., Cai, H.J., Gu, B. J. 2002. Effects of limited irrigation on yield and wáter use efficiency of winter wheat in the loess Plateau of China. Agric. Water Manage.55,203-216.

Karam, F., Breidy, J., Stephan, G., Rouphael, J., 2003. Evapotranspiration, yield and water use efficiency of drip irrigated corn in the Bekka Valley of Lebanon. Agric. Water Manage. 63 (2), 125-137.

Marsalis M. A. 2011. Advantages of forage sorghum for silage in limited input system. In proceeding, 2011 Western Alfalfa & Forage Conference, Las Vegas NV, 11-13 December, 2011.

Miller F. R. and Stroup J. A. 2004. Brown midrib forage sorghum, sudangrass, and corn: what is the potential?. drfred@mmrgenetics.com

Montemayor T. J. A., Aguirre A. H., Fortiz H. M., Olague R. J., Rodríguez R. J C., Chavarria G. J. A., Aldaco N. R., Bravo S. S. R., Huerta R. A., Galindo L. G. 2006. Uso del agua en la alfalfa con riego subsuperficial II, Memoria de la XVIII Semana Internacional de Agronomía de la FAZ-UJED

Nimmo W.H.R. 1964. Measurement of evaporation by pans and tanks. www. born.gov.au en la red 07/12.

Núñez H. G., Faz R. C., Martínez R J G. 2007. Sistema de producción de triple cosecha anual de forraje para la Región Lagunera. Agrofaz Vol. 7 Num. 3 pp 1-12.

Núñez H. G., Faz C. R., Ochoa M. E., Figueroa V. U., Sánchez D. J I., Sanchez G R y Quiroga G. H M. 2010. Producción y calidad nutritiva del forraje de variedades de sorgo forrajero, grano y nervadura café. Agrofaz Vol. 10 Num. 4 pp 391-398.

Oktem A. 2008. Effect of water shortage on yield, and protein and mineral compositions of drip – irrigate sweet corn in sustainable agricultural systems.

Ottman M. J. Water Use Efficiency of forage sorghum grown with sub-optimal Irrigation 2010. Forage & grain report, College of Agriculture and Life Science, University of Arizona.

SAGARPA. 2011. Resumen Sector Agropecuario de la Comarca Lagunera. Publicación especial el Siglo de Torreón p 24.

Saeed I. A M. y El-nali A. H.1998. Forage sorghum yield and water use efficiency under variable irrigation. Irrigation Science Vol 18 Num 2. Pp 67-71.

Stone PJ., Wilson D.R., Jamieson P.D., Guillespie, R.N. 2001. Water deficit effects on sweet corn. II. Canopy development. Aust.J. Agric.Res. 52, 115-126.

Unger P. W. 1988. Grain and forage sorghum production with no tillage on dryland. Agronomy Journal, Vol 80 March-April 1988, pp 193- 197.

PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE BIOMASA PARA HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.) EN LAS CONDICIONES AGROECOLÓGICAS DE LA COMARCA LAGUNERA

Miguel Palomo-Rodríguez[1], Rodolfo Faz Contreras[1], Antonio Anaya Salgado[1], Palmira Bueno Hurtado[2], Ricardo Barrera Tovar[1] y Jorge Alberto Granados Niño[1]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias; Campo Experimental La Laguna. Matamoros Coahuila. [2]INIFAP-Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera, Gómez Palacio Durango. palomo.miguel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La producción de biomasa aérea, es determinada mediante muestreos al ras del suelo, donde se valora la producción por unidad de superficie o por planta, de acuerdo al interés de la investigación (Pereyra *et al.,* 2013); el crecimiento de los cultivos está asociado con su capacidad para interceptar la radiación incidente y convertirla en materia seca. Las distintas especien vegetales difieren en la eficiencia de conversión de radiación interceptada en biomasa (Andrade y Saldrás 2000).

La producción de materia seca, está estrechamente vinculada con el aprovechamiento de la radiación incidente, de la capacidad de intercepción y la eficiencia del cultivo para transformarla (Gardner *et al*., 1985). La importancia del proceso de partición y producción de materia seca total, posee gran importancia en los cultivos (Villar, 1996). Una de las manifestaciones más claras del crecimiento del cultivo está dada por el aumento del peso de las plantas y por la asignación de una diferente proporción de materia seca a los distintos órganos que la conforman (Andrade *et al*., 1996).

La higuerilla es una planta oleaginosa que presenta capacidad de adaptación y actualmente es cultivada prácticamente en todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo, aunque es típica de regiones semiáridas (Rico *et al.,* 2011). El cultivo de la higuerilla se ha extendido en el mundo y su aceite es el único en la naturaleza que es soluble en alcohol, el más denso y viscoso de todos, por eso, tiene un amplio mercado por los múltiples usos en diversas industrias que fomenta, como la automotriz, farmacéutica, cosmetológica, química, generación de fertilizantes, pesticidas, aeronáutica, médica y energética (Mejía, 2000).

Las propiedades más importantes del aceite de higuerilla o también conocido como ricino, es que presenta gran densidad y conserva su viscosidad a diferentes temperaturas y sólo se congela a -10 ºC (Durham y Wood, 2002; Jeong *et al.,* 2009).

Niembri (1990) menciona que la planta tiene diversos usos, al menos 700 aplicaciones entre ellas, donde los tallos pueden ser utilizados para la fabricación de papel, pero las semillas son

las más importantes económicamente por el contenido y valor del aceite. La torta de higuerilla no sirve como alimento animal debido a la presencia de toxinas y de sustancias alergénicas, pero si como fertilizantes orgánicos (Arango, 1990).

Entre las innovaciones que se han generado en materia tecnológica para higuerilla, destaca el aceite utilizado como bioinsecticida sobre ninfas de pulgón, donde el patrón de respuesta es altamente significativo, al compararlo con otras opciones de control (Vargas-Olalde*et al.,* 2014).

A partir del 2015 el INIFAP-CELALA, inició trabajos de valoración para higuerilla en respuesta al interés mostrado por un grupo de productores, donde el propósito es generar materia prima para la generación de biocombustibles. Los trabajos que se tiene al momento, son sobre valoración de genotipos en diversas alternativas de riego, dado que el potencial productivo de higuerilla, corresponde a zonas donde los eventos de precipitación son extraordinariamente altos, propios de una zona tropical o subtropical. De igual manera se tiene interés en valorar la capacidad productiva para biomasa en cada genotipo.

Por lo anterior, el presente trabajo tuvo como objetivo, valorar la producción y distribución de biomasa para higuerilla (*Ricinus communis* L.) en las condiciones agroecológicas de la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Establecimiento del estudio

El sitio de estudio se ubicó en el municipio de Matamoros Coahuila, dentro de las instalaciones del Campo Experimental La Laguna del INIFAP; su ubicación geográfica se encuentra entre los paralelos 25° 31´ y 35.75´´ de latitud norte y los meridianos 103° 14´ y 34.44´´ de longitud oeste de Greenwich, a una altura de 1116 m sobre el nivel del mar. Durante el 2015 fueron sembrados tres genotipos convencionales de higuerilla, con el propósito de valorar la capacidad productiva del cultivo. Los tratamientos de estudio corresponden a los genotipos K-93, B-2014, y K-855, los cuales fueron sembrados en escala semicomercial.

Los lotes de siembra correspondieron a 2,800 metros cuadrados por genotipo. La siembra fue realizada en abril 22 en suelo húmedo, para ello se aplicó previamente un aniego con una lámina de agua de 21 cm; la siembra se llevó a cabo inmediatamente después de que el suelo dio punto, para ello se dieron dos pasadas de lillingston o azadón giratorio, para arropar los surcos y acondicionarle a la semilla un suelo perfectamente mullido.

La siembra se realizó en surcos estrechos (0.76 m), con una población de 8,000 plantas ha^{-1}, donde el distanciamiento entre platas fue de 1.6 m. Se aplicó una sola fertilización a la siembra que corresponde a 80-60-00 con las fuentes MAP y sulfato de amonio.

Evaluación de biomasa

Para la producción de biomasa se siguió el procedimiento metodológico utilizado por Pardo-Camacho (2006); se realizaron cuatro muestreos destructivos de manera aleatoria a los 26, 52, 78 y 104 dds (días después de siembra); para cada genotipo se cortaron cuatro plantas en cada muestreo, con competencia completa. A cada planta se le separaron los órganos vegetativos de tallos, ramas y hojas, en tanto los órganos fructíferos correspondieron para la producción de racimos.

Para el secado de los órganos vegetativos y fructíferos, se colocaron en bolsas por separado; en cada muestra se obtuvo el peso de materia verde y el peso de materia seca, para ello las muestras estuvieron 5 días en un cuarto de deshidratado tipo invernadero construido con material plástico transparente, donde las temperaturas alcanzaron los 54°C. Posteriormente en estufa de secado por dos días a 62°C. La suma de órganos vegetativos y fructíferos, representó el peso seco total por planta, que equivale a la producción de biomasa. Adicionalmente se tomó lectura de la altura de plantas, así como del número de racimos por planta y longitud de los mismos.

La información generada fue analizada estadísticamente mediante un completamente al azar, para tres tratamientos (genotipos) con cuatro repeticiones; para cada fecha de muestreo, el procedimiento de análisis estadístico fue similar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general la producción de biomasa total se indica en la Figura 1 y que corresponde a la producción de órganos vegetativos y fructíferos; para el componente de biomasa total acumulada, no se encontraron diferencias significativas para los cuatro muestreos: En los tres genotipos, se registró un creciente desarrollo a través de los muestreos uno al cuatro. Para el último muestreo realizado a los 104 dds, se tiene que el genotipo K-93 presentó la mayor cantidad de biomasa. Destaca el hecho que la mayor longitud de racimos corresponde para el genotipo K-93 a lo largo de los cuatro muestreos, seguida por el genotipo K-855, en tanto la menor longitud de racimos fue para B-2014.

Es importante resaltar que al momento del último muestreo realizado a los 104 dds, la carga fructífera de cada genotipo se encuentra en formación, de manera que el peso y llenado de grano se encuentra en proceso de formación y aun no alcanza a diferenciar lo que será la capacidad productiva de la semilla.

Para la producción de racimos (Figura 2), se encontraron diferencias significativas para el segundo, tercer y cuarto muestreo, donde destaca en producción el genotipo K-855. El mismo genotipo K-855, presentó la mejor capacidad de intercepción y eficiencia del cultivo para transformarla en biomasa, tal como lo destaca (Gardner *et al*., 1985). El mismo material genético, presentó el mayor número y longitud de racimos.

Por otro lado el genotipo K-93 presentó la mejor talla en desarrollo, ya que las alturas de planta alcanzan 1.45 m al último muestreo, en tanto el genotipo K-855 manifiesta una menor talla en su desarrollo, con 1.20 m en el último muestreo, sin embargo como fue señalado, este material genético, presenta el mayor número y longitud de racimos.

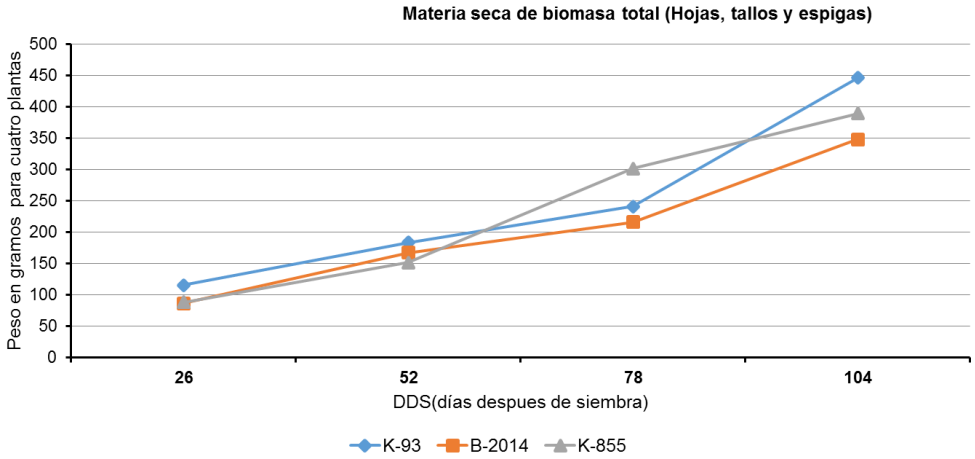


Figura 1. Producción de biomasa total para tres genotipos de higuerilla en la Región Lagunera.

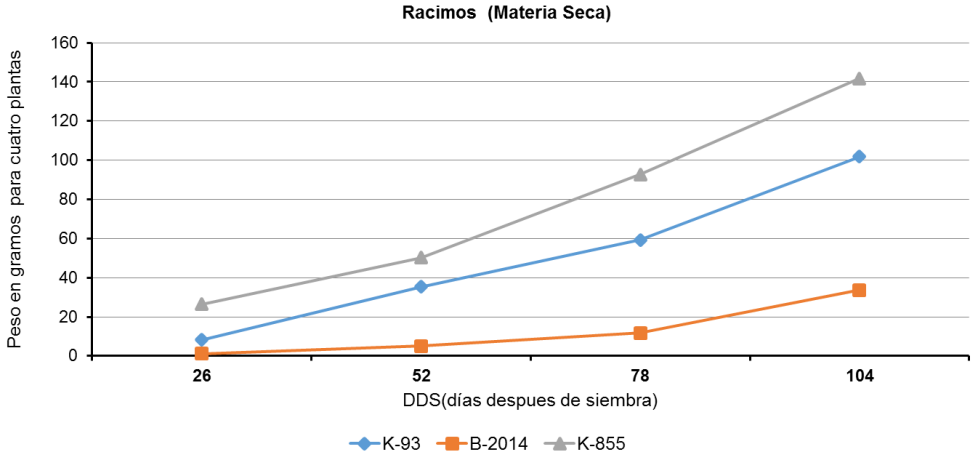


Figura 2. Producción de biomasa de racimos que corresponden a tres genotipos de higuerilla en la Región Lagunera.

Para el componente de desarrollo vegetativo, indicado por tallos y ramas (Figura 3), no se encontró diferencias significativas para el primero, segundo, tercero y cuarto muestreo; los tres

genotipos guardan un creciente progreso en la producción de tallos y ramas, a lo largo de los cuatro muestreos, aunque para el último muestreo realizado a los 104 dds, el genotipo K-93 mostró una aparente recuperación y supero ligeramente al genotipo B-2012, aunque no fue de manera significativa.

El pronóstico que se tiene al momento, para obtener la mayor productividad en los tres genotipos bajo evaluación, es para el genotipo K-855, por mantener estable su capacidad de generar el mayor número de racimos. Al momento de valorar el potencial que guarda este cultivo para la Comarca Lagunera, se pondrá en balanza toda la información respecto del uso de agua que demanda esta especie, así como la disponibilidad de infraestructura que demanda de manera específica este cultivo, como son los centros de acopio de la semilla, ubicación del centro de extracción de aceite, así como la infraestructura de insumos e incentivos que demandará la posible explotación masiva de higuerilla para esta región lagunera.

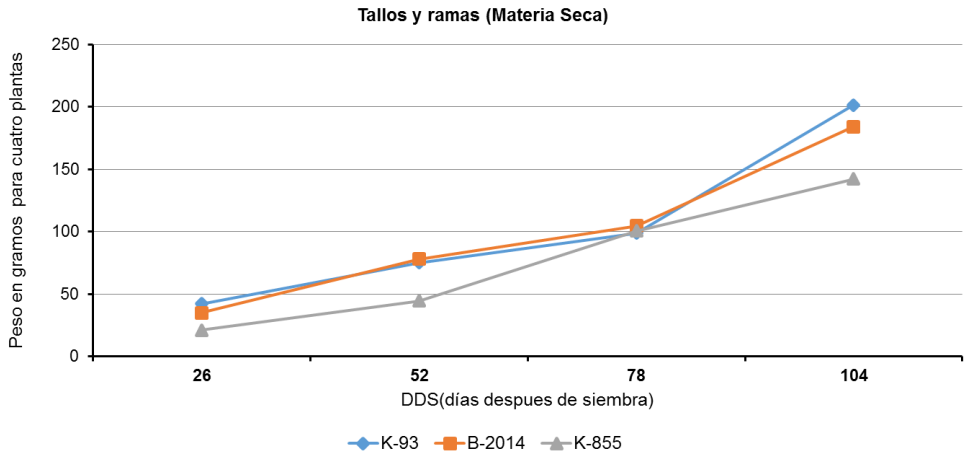


Figura 3. Producción de tallos y ramas que corresponden a tres genotipos de higuerilla en la Región Lagunera.

CONCLUSIONES

La información generada, indica que la mayor producción de biomasa total corresponde al genotipo K-93, seguido de K-855.

El genotipo que inició aceleradamente su desarrollo vegetativo fue para el genotipo K-93, seguido de B-2012.

El pronóstico que se tiene al momento, para obtener la mayor productividad en los tres genotipos bajo evaluación, es para el genotipo K-855, por mantener estable su capacidad de generar el mayor número de racimos.

El análisis de factibilidad, técnica, financiera y social para higuerilla, permitirá valorar ampliamente el volumen de agua que demandara el cultivo, así como la disponibilidad de infraestructura que demanda de manera específica este cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

Andrade, F., Cirilo, A., Uhart S. y Otegui M. 1996. Eco-fisiología del cultivo del maíz. Unidad integrada FCA-INTA Balcarce. DekalbPress. Editorial La Barrosa, Buenos Aires. 292 p.

Andrade, F., Saldrás, V. 2000. Bases para el manejo de maíz, girasol y soya. Unidad integrada FCA-INTA Balcarce. Advanta Semillas. Editorial medica Panamericana S. A. 443 p.

Arango M. A. 1990. La higuerilla como alternativa de sombrío de zonas bajas. Tesis de Licenciatura. Tecnología agropecuaria. Armenia, Universidad del Quindío, Colombia. 71 p.

Gardner, B. R., Pearce, R. B. and Michell, R. L. 1985. Physiology of crops plants. Iowa State University Press, USA., p.164-169

Jeong G. T., and D. Park H. 2009. Optimization of biodiesel production from castor oil using Response surface methodology. Appl. Biochem. Biotechnol. 156: 431-441.

Mejia, S. I. 2000. Generalidades de la higuerilla. www.unalmed.edu.co/higuerilla.htm Fecha de consulta 21/10/2010

Niembri-Rocas, A. 1990. Árboles y Arbustos de México. México D.F. Editorial Herrero S.A. 161 p.

Pardo-Camacho I. 2006. Producción y distribución de biomasa y rendimiento del algodón en surcos ultra-estrechos. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón Coahuila., 39 p.

Pereyra T. W., H. R. Pagliaricci., A. E. Ohanian y M. J. Bonvillani. 2013. Producción de biomasa aérea y uso equivalente de la tierra en inter-cultivos de alfalfa (*Medicago sativa* L.). Pastos y forrajes 36(2):177-183

Rico P, H. R., Tapia V. L. M., Teniente O. R., González Á. A., Hernández M. M., Solís B. J.L., y Zamarripa C. A. 2011. Guía para cultivar higuerilla (*Ricinus communis* L.) en Michoacán. Folleto Técnico Núm. 1. INIFAPCIRPAC. Campo Experimental Valle de Apatzingán, 42 p.

Vargas-Olalde J. D., F. Rodríguez R., J. Guzmán C., R. Mancera S., H. Cisneros L., L. Ruíz U., y L. Guevara A. 2014. Efecto bio-insecticida de extracto etanólico de chicalote (*Argemone mexicana*) y aceite de higuerilla (*Ricinus comunis* L.) sobre ninfas de pulgón (*Mizuspersicae*) en pimiento. Memorias 2do. Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, Roque Guanajuato, México. pág. 133

Villar, P.A.G. 1996. Conceptos básicos de eco-fisiología de cultivo. EEA INTA Oliveros-Santa Fe Argentina.

CALIDAD NUTRICIONAL DE ENSILADOS DE MAÍZ Y SORGO EN EXPLOTACIONES LECHERAS DE LA REGIÓN LAGUNERA

Gregorio Núñez Hernández[1] y Jorge Alberto Granados Niño[1].

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Blvd. José Santos Valdez 1200 Col. Centro 27440 Cd, Matamoros, Coahuila, México. nunez.gregorio@inifap.gob.mx

INTRODUCCION

Los forrajes son alimentos importantes para los animales rumiantes como el ganado lechero por su naturaleza para digerir compuestos fibrosos. La fibra es el componente principal de los forrajes seguido de los carbohidratos no fibrosos. En general, los forrajes son regulares o bajos en su contenido de proteína con excepción de la alfalfa u otras leguminosas. La inclusión de los forrajes en las raciones del ganado lechero, permite suministrar nutrientes más económicos, se optimiza la fermentación y digestión en el rumen, y se obtiene mejor producción y contenido de grasa de la leche. La calidad nutricional de los forrajes se evalúa en gran medida a partir de laboratorio de la composición química y digestibilidad y su interpretación en relación al consumo, disponibilidad, utilización de nutrientes y producción del ganado (Allen, 1996).

El contenido de proteína cruda considera tanto aminoácidos como nitrógeno no proteico. La fibra de los forrajes se evalúa como fibra detergente neutro que está compuesta de celulosa, hemicelulosa y lignina (pared celular de los forrajes). Este componente de los forrajes es menos digestible que la proteína, carbohidratos no fibrosos, y grasa (contenido celular de los forrajes). El contenido de fibra es importante porque afecta negativamente el consumo por los animales, promueve la rumia de los animales, evita la acidez en el rumen y es fuente de energía. Los carbohidratos no fibrosos son azúcares, almidón y pectinas. Estos carbohidratos no fibrosos se degradan rápidamente en el rumen, proporcionando energía a los microorganismos del rumen, pero en exceso pueden causar acidosis en el mismo. El contenido de energía de los alimentos no se puede medir pero se estima a través de diferentes métodos. El método más común es a través del total de nutrientes digestibles (Weiss *et al.,* 1992). En el caso de ganado lechero, esta estimación se convierte a energía neta de lactancia (Núñez *et al.,* 2009).

Una manera de integrar y facilitar el uso de los análisis de laboratorio de los forrajes es lo que se conoce como calidad relativa de forraje. Este es un término que se utiliza desde 1982 en los Estados Unidos de América. El índice de calidad relativa de forraje considera los contenidos de proteína, fibra, azucares, almidones, pectinas y grasa; así como sus respectivas digestibilidades. La principal aplicación del índice de calidad relativa de forrajes es ver si la calidad de los forrajes es adecuado para cubrir los requerimientos nutricionales de las diferentes clases de ganado lechero. Los ensilados de maíz y sorgo son populares porque estos cultivos

son altamente productivos en períodos de producción de 90 a 130 días y muy eficientes en el uso del agua de riego en comparación a la alfalfa. Sin embargo, en muchos casos son forrajes de moderada o baja calidad nutricional para el ganado lechero. El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad nutricional de los ensilados de maíz y sorgo utilizados en explotaciones lecheras en la Región Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó en 10 establos de producción de leche ubicados en Región Laguna. En estos establos se muestrearon los ensilados de maíz y sorgo utilizados en la alimentación del ganado. El muestreo se realizó durante el 2012, 2013 y 2014. En cada establo se tomaron tres muestras al azar de aproximadamente 800 g de los silos donde se conservaban los ensilados de maíz y de sorgo. Las muestras de los ensilados se pesaron inmediatamente con una báscula digital, se identificaron y se trasladaron al Campo Experimental La Laguna. Se secaron al sol por dos días y después en una estufa de aire forzado a 65ºC por 72 horas hasta peso constante. En todas las muestras se determinó porcentaje de materia seca (PMS), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), carbohidratos no fibrosos (CNF), grasa (GC), digestibilidad de la fibra (D-FDN) y energía neta de lactancia (ENL) mediante espectroscopia en el infrarrojo cercano previamente calibrado (NIR por sus siglas en inglés). El índice de calidad relativa de forraje se determinó de acuerdo a Moore y Undersander (2002). El potencial de producción de leche se estimó mediante el programa Milk 2013 desarrollado por la Universidad de Wisconsin. Los análisis estadísticos se realizaron mediante estadística descriptiva y análisis de correlación (Steel y Torrie, 1980).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestra el porcentaje de PC (9.24 y 7.96 %), FDA (32.11 y 41.36 %), FDN (49.63 y 59.26 %), D-FDN (58.08 y 65 %), GC (2.81 y 2.27 %), CNF (31.17 y 23.58 %), CRF (146.09 y 135.81 %), ENl (1.45 y 1.43 %) y PL (1274.26 y 1130.41 %). Con excepción de la ENl y la CRF todas las demás variables fueron diferentes estadísticamente ($P<0.05$) entre ensilados de maíz y sorgo. El ensilado de maíz tuvo mayor PC, FDA, FDN, GC y CNF que los ensilados de sorgo. Por otra parte, el potencial de producción de leche fue superior para el ensilado de maíz con 1274.26 kg de leche por tonelada de materia seca en comparación a 1130.41 kg por tonelada de materia seca para el ensilado de sorgo.

Los análisis de correlación indican que la ENL se correlacionó significativamente de manera positiva con la GC (r=0.40;P<0.05) , CNF (r=0.44;P<0.05), CRF (r=0.92; <0.05) D-FDN (r=0.60;<0.05) y PL (r=0.84;<0.05). En contraste, la ENl se correlacionó negativamente con la FDA (r=-0.35; <0.05) y FDN (r=-0.40; <0.05). La CRF se correlacionó significativamente de manera positiva con la PC (r=0.25;P<0.05), GC (r=0.56;P<0.05), D-FDN (r=0.34;<0.05) CNF (r=0.62;P<0.05), ENl (r=0.92;P<0.05) y PL (r=0.92;<0.05). En contraste, la CRF se correlacionó negativamente con la FDA (r=-0.53; <0.05) y FDN(r=-0.59; <0.05). La PL se correlacionó significativamente de manera positiva con la PC (r=0.15;P<0.05), GC (r=0.71;P<0.05), CNF (r=0.84;P<0.05), ENl (r=0.84;P<0.05) y CRF (r=0.92;<0.05). En contraste, la PL se correlacionó negativamente con la FDA (r=-0.72;<0.05), FDN (r=-0.80;<0.05) y FDN (r=-0.80;<0.05). Por otra parte, la PL no se correlacionó significativamente con la D-FDN (r=0.08;P>0.05).

En relación a otros estudios de calidad nutricional de ensilados de maíz, Nuñez *et al*. (2010) indican valores de referencia de proteína cruda de > 8, concentraciones de fibra neutro detergente y ácido con valores de < 50 y < 28 % respectivamente. La concentración de energía neta de lactancia (ENl) de referencia es de >1.4 Mcal kg^{-1}. En calidad nutricional del forraje de sorgo, Núñez *et al.* (2010) indican valores de referencia de proteína cruda de > 7, concentraciones de fibra neutro detergente y ácido con valores de < 65 y < 35 % respectivamente. La concentración de energía neta de lactancia (ENl) de referencia es de >1.2 Mcal kg^{-1}. Lo anterior indica la necesidad de mejorar la calidad nutricional de los ensilados de maíz y sorgo en algunas explotaciones lecheras de la Región.

En relación a la calidad relativa de forraje, en vacas altas productoras y becerras menores de 6 meses se requieren forrajes con valores mayores de 150 de calidad relativa de forraje. Las vacas medias y bajas productoras requieren forrajes entre 125-150. Las vaquillas menores de 1 año necesitan forrajes con valores entre 115 a 130, mientras que las vaquillas de 1 año y vacas secas requieren forrajes con valores de calidad relativa del forraje mayor a 100-120. En base a estos valores de referencia, la mayoría de los ensilados de maíz y sorgo se deberían utilizar solo en raciones para vacas medias y bajas productoras, vacas secas y vaquillas mayores de 1 año.

Cuadro 1. Composición química, digestibilidad de la fibra, calidad relativa del forraje, energía y potencial de producción de leche de ensilados de maíz y sorgo.

Variable	Ensilaje de Maíz	Ensilaje de Sorgo	t	D.E.	D.E.
PC, %	9.24	7.96	P<0.05	1.34	1.11
FDA,%	32.11	41.36	P<0.05	4.42	5.52
FDN, %	49.63	59.26	P<0.05	7.17	7.36
D-FDN, %	58.08	65.00	P<0.05	11.64	9.95
GC, %	2.81	2.27	P<0.05	0.55	0.71
CNF, %	31.17	23.58	P<0.05	8.55	8.59
CRF, %	146.09	135.81	P>0.05	28.24	19.87
ENL, Mcal kg^{-1}	1.45	1.43	P>0.05	0.17	0.13
PL, kg ton MS^{-1}	1274.26	1130.41	P<0.05	233.18	199.63

(PC, Proteína cruda; FDA, Fibra detergente ácida; FDN, Fibra detergente neutro; D-FDN, Digestibilidad de la fibra detergente neutro; GC, Grasa Cruda; CNF, Carbonatos no fibrosos; CRF, Calidad relativa del forraje; ENl, Energía neta de lactancia y PL, Producción de Leche; t, prueba de t; D.E., Desviación estándar.)

Cuadro 2. Correlaciones entre variables de calidad nutricional de ensilados de maíz y sorgo en explotaciones lecheras de la Región Lagunera.

	PC	FDA	FDN	D-FDN	GC	CNF	VRF	ENL	PL
PC	1.00	-0.18	-0.14	-0.07	0.26*	-0.01	0.25*	0.07	0.15
FDA	-0.18	1.00	0.93*	0.37*	-0.64*	-0.87*	-0.53*	-0.35*	-0.72*
FDN	-0.14	0.93*	1.00	0.39*	-0.69*	-0.96*	-0.59*	-0.40*	-0.80*
D-FDN	-0.07	0.37*	0.39*	1.00	-0.34*	-0.39*	0.34*	0.60*	0.08
GC	0.26*	-0.64*	-0.69*	-0.34*	1.00	0.68*	0.56*	0.40*	0.71*
CNF	-0.01	-0.87*	-0.96*	-0.39*	0.68*	1.00	0.62*	0.44*	0.84*
VRF	0.25*	-0.53*	-0.59*	0.34*	0.56*	0.62*	1.00	0.92*	0.92*
ENL	0.07	-0.35*	-0.40*	0.60*	0.40*	0.44*	0.92*	1.00	0.84*
PL	0.15	-0.72*	-0.80*	0.08	0.71*	0.84*	0.92*	0.84*	1.00

(PC, Proteína cruda; FDA, Fibra detergente ácida; FDN, Fibra detergente neutro; D-FDN, Digestibilidad de la fibra detergente neutro; GC, Grasa Cruda; CNF, Carbonatos no fibrosos; CRF, Calidad relativa del forraje; ENl, Energía neta de lactancia y PL, Producción de Leche; t, prueba de t; D.E., Desviación estándar.)

CONCLUSIONES

El ensilado de maíz tuvo mayor PC, FDA, FDN, GC y CNF que los ensilados de sorgo.

El potencial de producción de leche fue superior para el ensilado de maíz con 1274.26 kg de leche por tonelada de materia seca en comparación a 1130.41 kg por tonelada de materia seca para el ensilado de sorgo.

En a la calidad relativa de forraje, la mayoría de los ensilados de maíz y sorgo se deberían utilizar solo en raciones para vacas medias y bajas productoras, vacas secas y vaquillas mayores de 1 año.

Existe la necesidad de mejorar la calidad nutricional de los ensilados de maíz y sorgo en las explotaciones lecheras de la Región Lagunera.

BIBLIOGRAFÍA

Allen, M. S. 1996. Relationship between forage quality and dairy cattle production. Animal Feed Science Technology. 59:51-60.

Moore, J. E, and D.J. Undersander. 2002. Relative forage quality: An alternative to relative feed value and quality index. In *Proceedings 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium*. 32:16-29.

Núñez, H.G., J. A. Payán G., A. Peña R., F. González C., O Ruiz B. y C. Arzola A. 2010. Caracterización agronómica y nutricional del forraje de variedades de especies anuales en la región norte de México. Rev Mex Cien Pecu. 1(2):85-98.

Núñez, H.G., U. Figueroa. V., Y. I. Chew, M.., M. Ramírez D., J. I. Reyes, D.G. Reta, S., R. Faz, C., E.S. Osuna, C., E. Castro, M. 2009: Producción y aprovechamiento de forrajes. Núñez, H,G, A. Díaz, J. Espinosa G., L. Ortega R., L. Hernández A., H. Vera A., H. Román P., M. Medina C., F. Ruíz L. Eds. Producción de leche de bovino en el sistema intensivo. México. INIFAP.373 p.

Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics (2nd Ed). McGraw-Hill Book Company. 633.

Weiss, W. P., H. R. Conrad, and N. R. St.Pierre. 1992. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. Animal Feed Science and Technology. 39:95-110.

CARACTERIZACIÓN FISICO-QUÍMICA DE SUELOS AGRÍCOLAS PARA SU USO EN MODELOS DE SIMULACIÓN

Palmira Bueno Hurtado[1], Lourdes Lucía López Romero[1], Armando López Santos[2], Ignacio Sánchez Cohen[1], Miguel Palomo Rodríguez[3]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera. Km. 6.5 margen derecha Canal Sacramento, Gómez Palacio, Durango. Correspondencia: bueno.palmira@inifap.gob.mx
[2] Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Bermejillo, Durango.
[3]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. C.E, La Laguna. Blvd. José Santos Valdéz 1200 Pte., Col. Centro, Matamoros, Coahuila

INTRODUCCIÓN

La simulación de procesos es una actividad con la cual el usuario puede obtener conclusiones relativas al comportamiento de un sistema dado, por medio del empleo de un modelo cuya relación causa-efecto es la misma (o similar) a la del sistema original. Una de las finalidades de la modelación es auxiliar al tomador de decisiones en cuanto a la evaluación del efecto de una determinada acción sobre el sistema en estudio (Sánchez *et al.*, 2014).

El modelo RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) (Renard *et al.,* 1997) es una versión revisada de USLE (Universal Soil Loss Equation) (Wischmeier y Smith 1965,1978). Básicamente, USLE predice la media anual a largo plazo de la tasa de erosión de un terreno, basada en el patrón de lluvias, tipo de suelo, topografía, sistema de cultivo y prácticas de manejo. Estos últimos son conocidos como “factores”, el correspondiente a tipo de suelo se conoce como factor K, el cual pretende medir la susceptibilidad del suelo a ser erosionado.

La erosionabilidad del suelo (factor K) dependerá fundamentalmente de las propiedades físicas y el contenido de materia orgánica (MO) del mismo, de esta forma un suelo arenoso y poca MO será más fácilmente erosionable que uno arcilloso y con alto contenido de MO (MSU, 2002). La textura indica el contenido relativo de partículas de diferente tamaño como la arena, el limo y la arcilla, en el suelo. La textura tiene que ver con la facilidad con que se puede trabajar el suelo, la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad con que el agua penetra en el suelo y lo atraviesa (FAO, 2006). La MO es considerada un indicador de salud del suelo, por lo tanto, los niveles de MO van a depender del clima, suelo y del manejo del mismo (Sainz *et al*., 2011).

El presente estudio tuvo como objetivo caracterizar los suelos de parcelas agrícolas en cuanto a su textura y contenido de materia orgánica de una pequeña zona productora en el estado de Durango, para obtener el factor K de la RUSLE.

MATERIALES Y MÉTODOS

La caracterización se llevó a cabo en 13 parcelas de uso agrícola en la localidad de Santo Domingo, la cual se ubica en el municipio de San Pedro del Gallo y parte del municipio de Hidalgo, ambos en el estado de Durango.

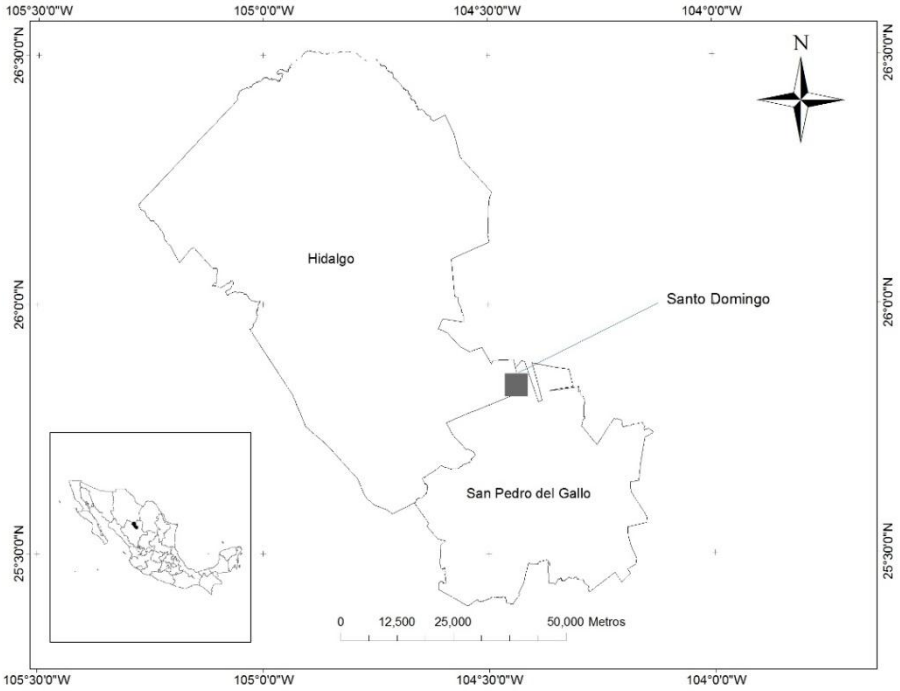


Figura 1. Ubicación de la localidad de Santo Domingo.

En cada parcela de estudio, se colectó una muestra de suelo a una profundidad de 0-30 cm, luego, fue secada a temperatura ambiente y molida, separando por medio de tamizado las partículas gruesas (> 2 mm) para la determinación de textura de suelo y finas (< 2 mm) para la determinación de MO del suelo.

La determinación de textura se siguió con la metodología de Bouyoucus, en la cual, se pesaron 50 gr de suelo y colocaron en un vaso metálico para batidora eléctrica, se agregaron 10 mL de solución de hexametafosfato de sodio $(Na_3PO_3)_6$ como dispersante y la mezcla se agitó en la batidora durante 15 min. Una vez realizada la mezcla, ésta se pasó a una probeta de 1000 mL, completando el volumen con agua desionizada. Posteriormente, la mezcla se agitó vigorosamente durante 40 segundos y se tomó lectura de densidad con apoyo de un hidrómetro. Pasadas 2 horas de reposo, nuevamente se realizó lectura de densidad sin realizar agitación en la solución. Con dicha diferencia de densidades, el debido factor de corrección de temperatura y el triángulo de texturas, se obtuvo la clase textural del suelo.

En cuanto al contenido de MO se evaluó a través de la determinación de carbono orgánico por el método de Walkey & Black (1934), donde se utilizaron 0.5 g de muestra de suelo que fue colocada en un matraz Erlenmeyer de 500 mL. Posteriormente, se agregaron 10 mL de solución de dicromato de potasio 1N y 20 mL de ácido sulfúrico realizando movimientos circulares durante aproximadamente 10 segundos. Se dejó reposar durante media hora. Se añadieron 200 mL de agua desionizada, 10 mL de ácido fosfórico concentrado y 1 mL de indicador difenilamina. Realizado lo anterior, se tituló con sulfato ferroso 1 N hasta obtener un cambio de vire de azul-violeta a verde esmeralda. Para estimar la MO se utilizó el factor de Van Benmelen de 1.72 el cual resulta de la suposición de que la MO contiene un 58% de C (NOM-RECNAT-021-2000).

Una vez que se obtuvo el contenido de MO y la textura del suelo, se procedió a calcular el factor K según el Cuadro 1.

Cuadro 1. Indicaciones de la magnitud general del factor K* de erodibiliad del suelo.

Clase de textura	*Contenido de Materia Orgánica*		
	0.5 por ciento	*2 por ciento*	*4 por ciento*
	K	*K*	*K*
Arena	0.05	0.03	0.02
Arena fina	0.16	0.14	0.10
Arena muy fina	0.42	0.36	0.28
Arena migajosa	0.12	0.10	0.08
Arena fina migajosa	0.24	0.20	0.16
Arena muy fina migajosa	0.44	0.38	0.30
Migajón arenoso	0.27	0.24	0.19
Migajón arenoso fino	0.35	0.30	0.24
Migajón arenoso muy fino	0.47	0.41	0.33
Migajón	0.38	0.34	0.29
Migajón limoso	0.48	0.42	0.33
Limo	0.60	0.52	0.42
Migajón arcilloso arenoso	0.27	0.25	0.21
Migajón arcilloso	0.28	0.25	0.21
Migajón arcillo limoso	0.37	0.32	0.26
Arcilla arenosa	0.14	0.13	0.12
Arcilla limosa	0.25	0.23	0.19
Arcilla		0.13	0.29

*Los valores que se indican son promedios estimados de escalas ampliadas de valores específicos de suelo. Cuando una textura se halla cerca de la línea limítrofe de dos clases de texturas, utilícese el promedio de los dos valores K. Para suelos específicos, el uso de las tablas de valor K del Servicio de Conservación de Suelos proporcionará una exactitud mucho mayor. Tomado ARS, 1975.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se observa que el contenido de MO osciló entre 0.41% y 6.17%, con un promedio general de 1.80%, mientras que la textura predominante fue franco-arenosa, pues 5 parcelas resultaron con dicha textura. El factor K varió de 0.12 a 0.255, con un promedio de 0.215. Al respecto, cabe mencionar que, mientras mayor sea el factor K, el suelo será más susceptible a erosión.

Cuadro 2. Factor K según textura y MO para cada una de las parcelas muestreadas.

	Coordenadas geográficas				
Parcela	Latitud	Longitud	MO	Textura	Factor K
P-01	25°49´33.55"	104°26´22.27"	2.31	franco-arcillo-arenosa	0.25
P-02	25° 49´28.96"	104°26´21.40"	0.82	areno-francosa	0.12
P-03	25°49´41.94"	104°26´18.97"	1.3	franco-arenosa	0.255
P-04	25°49´42.13"	104°26´15.20"	1.3	franco-arenosa	0.255
P-05	25°49´30.80"	104°26´6.60"	0.41	areno-francosa	0.12
P-06	25°49´49.68"	104°26´9.20"	1.17	areno-francosa	0.11
P-07	25°49´51.27"	104°26´51.36"	2.1	franco-arenosa	0.24
P-08	25°50´28.62"	104°25´44.66"	6.17	arcillosa	---
P-09	25°50´18.06"	104°25´40.04"	1.71	franco-arcillosa	0.25
P-10	25°50´3.46"	104°24´41.33"	1.31	arcillosa	0.13
P-11	25°49´39.13"	104°26´59.98"	1.18	franco-arenosa	0.255
P-12	25°49´35.17"	104°27´9.64"	1.31	franco-arenosa	0.255
P-13	25°50´28.34"	104°27´1.58"	2.36	franca	0.34

Los valores obtenidos de K en este estudio parecen ser muy altos si se comparan con los valores resultantes en otro estudio similar, aunque para el territorio total del estado de Durango, en el cual, los datos oscilan entre 0.007 y 0.079 (López-Santos, 2012). La diferencia anterior puede deberse al método de obtención del factor, ya que en este último trabajo mencionado, se considera la textura y el tipo de suelo, mientras que en el presente estudio además de la textura, se consideró la MO.

CONCLUSIONES

Se caracterizaron la textura y MO de 13 parcelas con uso agrícola en la localidad de Santo Domingo y se obtuvo el factor K de RUSLE. La mayoría de los suelos presenta textura moderadamente gruesa y gruesa, con un porcentaje de MO bajo, lo que originó que el factor K indicara que el suelo es altamente susceptible a erosión.

BIBLIOGRAFÍA

ARS, 1975. Present and prospective technology for predicting sediment yields and sources. Agri. Res. Serv., S-40.

FAO. 2006. Textura del suelo. ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO_training/FAO_training/general/x6706s/x6706s06.htm

Kouli, M., Soupios, P., Vallianatos, F. 2008. Soil erosion prediction using the Revised Unoversal Soil Loss Equation (RUSLE) in a GIS framework, Chania, Northwastern Crete, Greece. Environ Geol. DOI 10.1007/s00254-008-1318-9

López-Santos, A., Sánchez, C. I., Esquivel, A. G., González, B. J.L. 2012. Evaluación de la vulnerabilidad de los suelos del estado de Durango, México en el contexto del cambio climático. Agrociencia Uruguay. Vol. 16, No. 3 pp 117 - 127

MSU. 2002. RUSLE. On line soil erosion assessment tool. Institute of Water Research. Michigan State University. http://www.iwr.msu.edu/rusle/kfactor.htm

Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis.

Renard, K. G. Foster, G. A., Weesies. 1997. Prediction of soil erosion by water: A guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation. Agricutural Handbook 703, US Department of Agriculture, Washington, DC

Sainz, R. H., Echeverria, H.E., Angelini, H. 2011. Niveles de materia orgánica y pH en suelos agrícolas de la región pampeana y extrapampeana argentina. Informaciones Agronómicas – No. 2. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria https://www.ipni.net/ppiweb/iaarg.nsf/$webindex/C27D5B57B45EAAEF032578BA006BD8B1/$file/6.pdf

Sánchez, C. I., Bueno, H. P., Esquivel, A. G., Velásquez, V. M. A. 2014. Simulación de procesos hidrológicos en cuencas poco instrumentadas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera. Folleto técnico Número 35. Gómez Palacio, Durango. 2 p.

Walkley, A.; Black, I.A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science 37: 29-38.

Wischmeier, W. H., Smith, D. D. 1965. Predicting rainfall-erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains. Guide for selection of practices for soil and water conservation. Agric. Handbook, 282. US Gov. Print. Office, Washington, D.C.

Wischmeier, W.H. y Smith, D.D. 1978. Predicting rainfall erosion losses - a guide to conservation planning. Agriculture Handbook No. 537. US Department of Agriculture Science and Education Administration, Washington, DC, USA, pp 163

PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE 4 HIBRIDOS DE PEPINO, *Cucumis sativus*, BAJO CONDICIONES DE MALLA-SOMBRA

Homero Sánchez Galván[1], Karla Estela Novella De La Torre[2], y Urbano Nava Camberos[3] David Ovalle Rios[3]

[1]Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez del Estado de Durango (FCB-UJED), [2]Fundación Jimulco A. C., [3]Facultad de Agricultura y Zootecnia (FAZ), UJED, Ej. Venecia, Durango.
ing.sanchez_gh@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La agricultura orgánica combina tradición, innovación y ciencia para favorecer el medio ambiente que compartimos y promover relaciones justas y una buena calidad de vida para todos los que participan en ella.

La agricultura convencional está basada en el uso de agroquímicos como insecticidas, fungicidas, fertilizantes, herbicidas y otros productos sintéticos. Lo cual, acarrea un alto nivel de contaminación ambiental y del producto, afectando la salud de los consumidores, la principal alternativa de solución a la actual problemática es la agricultura sustentable. Una de las principales corrientes de la agricultura sustentable es la agricultura orgánica, la cual, está basada en el uso de productos naturales, no contaminantes como las compostas, utilización de productos autorizados para el control de los organismos dañinos y con el uso de abundante mano de obra. (Cano *et al.*, 2004).

El uso de invernaderos o casas sombra constituye una alternativa de producción y una oportunidad de comercialización de los productos cultivados bajo estos sistemas ya que, aparte de ofrecer protección contra las condiciones desfavorables del clima a los cultivos le dan una mejor calidad y mayores rendimientos a la producción. La agricultura protegida, por tanto, es una de las actividades que dentro del sector primario tiene un auge muy importante, llegando a ser un detonante en la economía de los países y en la economía de aquellos que están inmersos en dicha actividad. Asimismo los sistemas modernos de agricultura tienen importancia ecológica ya que permiten un uso racional del agua y, por la protección que ofrecen, reducen en gran medida la utilización de pesticidas tóxicos que dañan el ambiente, los mantos acuíferos y la salud humana (Garza y Velázquez 2008). La práctica de métodos orgánicos de producción no genera

problemas ecológicos, sino que los resuelve, no daña ni contamina y rescata y promueve la biodiversidad (CONANP, 2009). El sistema de producción orgánica, es una tendencia en auge para la producción de alimentos a partir de elementos, insumos, productos o subproductos orgánicos naturales para lo cual se requiere que las materias primas empleadas en el proceso de producción orgánica, el plan de manejo del cultivo, los diagramas de flujo de los materiales y procedimientos de producción y el etiquetado, cumplan con lineamientos y requisitos establecidos en la Norma Oficial Mexicana. (NOM-037-FITO-1995), SAGARPA-Ley de Productos Orgánicos. Diario Oficial de la Federación 7 de febrero 2006 y su reglamento, publicado en el Diario Oficial de la Federacion el 1° de abril de 2010.

El objetivo del presente estudio fue promover la producción sostenible de pepino bajo un sistema de producción orgánico en casa- sombra por medio del uso de abonos orgánicos (lombricomposta, lixiviado de lombricomposta, extractos de leonardita como ácidos húmicos y fulvicos, extractos de algas, extractos de yucca) en el ejido Barreal de Guadalupe.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó acabo en el Ejido Barreal de Guadalupe, situado en la Reserva Ecológica Municipal, Sierra y Cañón de Jimulco y pertenece al Municipio de Torreón, Coah. Se estableció en una Malla-sombra de 250 m^2 con estructura metálica y cubierta totalmente con malla antiáfidos de 10 X 16 hilos por cm^2. El cultivo se estableció directamente sobre suelo en una superficie de 200 m^2. La estructura edáfica y calidad agronómica del suelo fue mejorada mediante la incorporación de 500 kilogramos de arena, misma que fue lavada y desinfectada previamente con una solución de Hipoclorito de sodio al 2.0%, la cual fue mezclada con 250 kilogramos de lombricomposta. Así mismo, el agua de riego utilizada, de acuerdo al análisis del laboratorio indicado, está considerada como agua medianamente salina (1.6 mScm-1), con poca posibilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. El cultivo se estableció en seis camas y una distancia de 1.6 m entre camas. Los genotipos utilizados fueron Primavera, Luxel, Macario y Borrely. La plantación se realizó a una distancia de 25 cm entre plantas a hilera sencilla y una densidad de 22,000 plantas por

hectárea. El sistema de riego fue por goteo y de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo se irrigaron desde 1.0 a 2.0 m^3 de agua por día. Al agua de riego se le agregó lixiviado de lombricomposta, ácidos húmicos y ácidos fúlvicos derivados de leonardita, sal Epson y proteína hidrolizada + microelementos de origen orgánico. Las plantas fueron guiadas a un solo tallo y sostenidos con hilo rafia, implementando las actividades culturales recomendadas de desbrote, enrede y deshoje. Las variables medidas fueron altura de la planta, flores, frutos, rendimiento y calidad (número de frutos y peso de fruto). El ciclo de cultivo fue de 90 días. Los problemas fitosanitarios que se presentaron fueron los siguientes: enfermedades cenicilla, *Sphaerotheca* sp *y Didimella* sp y las plagas mosquita blanca, *Bemisia tabaci*., pulgón, *Myzus persicae* y trips, *Trips* spp.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fenología de la planta.

Altura. Se observó un buen desarrollo vegetativo en los cuatro híbridos evaluadas, de acuerdo con los datos obtenidos el mayor crecimiento de la planta se dio a partir del primero de septiembre, siendo la variedad Luxel la que alcanzó la mayor altura con 321.75 cm, seguida de la variedad Macario y Primavera con 313.25 y 303.00 cm respectivamente y la variedad con menor altura fue la Borrely con 297.50 cm. Cuadro 1, Figura 1

Cuadro 1. Altura de planta del cultivo de pepino orgánico, bajo condiciones de malla-sombra, Barreal de Guadalupe.

Fecha	Variedades (cm) Luxel	Borrely	Macario	Primavera
4/08/2014	5.20	5.30	5.80	5.70
11/08/2014	9.20	7.20	8.40	8.60
18/08/2014	20.40	24.20	15.60	14.20
25/08/2014	55.50	39.55	61.55	54.25
01/09/2014	105.60	85.40	126.40	105.30
08/09/2014	163.15	142.25	178.50	162.85
15/09/2014	215.20	203.20	227.00	217.35
21/09/2014	245.00	233.00	255.00	247.00
06/10/2014	321.75	291.75	313.25	303.00

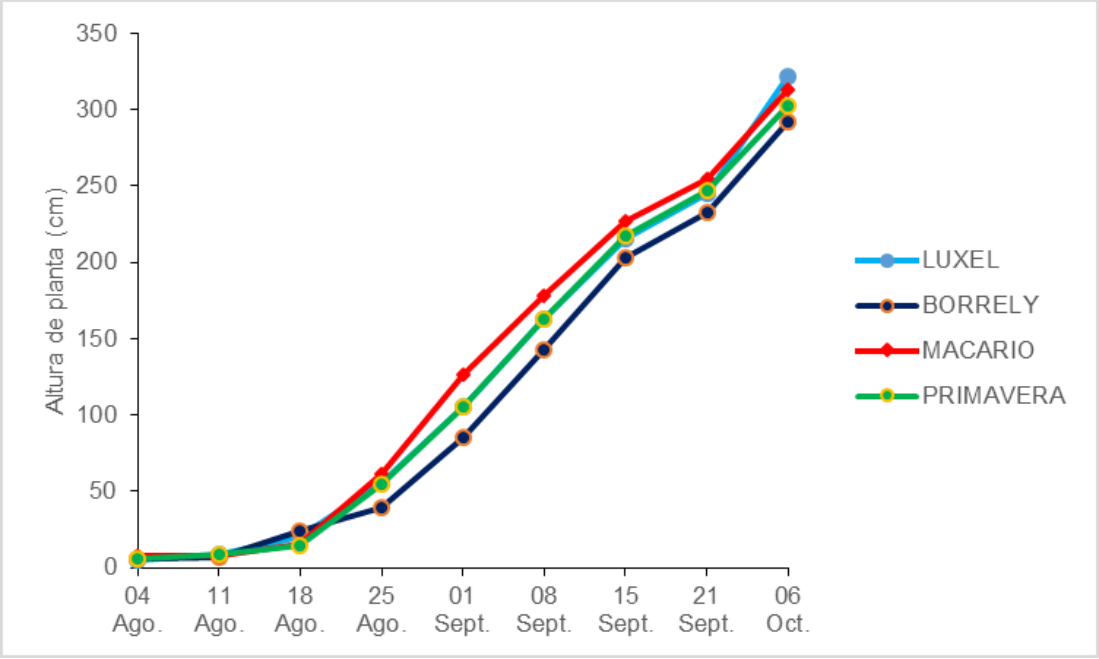


Figura 1. Altura de la planta de las cuatro variedades de pepino evaluadas, Barreal de Guadalupe.

Rendimiento y calidad. El periodo de cosecha se realizó del 15 de septiembre al 28 de octubre de 2014. La cantidad de kilos cosechados en cada corte durante el ciclo de producción se presentan en el Cuadro 2. Observándose los mejores cortes del 21 de septiembre al 11 de octubre, Figura 2. El rendimiento estimado fue de 33.59 toneladas por ha, lo cual se considera bueno tomando en cuenta la condición altamente salina del suelo, mejorado considerablemente con los aportes de arena y lombricomposta. Situación que ayudó a un mejor desarrollo vegetativo y fructífero del cultivo, reflejándose en la calidad del fruto, ya que el mayor porcentaje fue de primera con un 98.5% y lo que correspondió a segunda fue del 1.5% solamente.

Durante el periodo de cosecha se tomaron datos de calidad de cuatro fechas de corte del 15, 21, 29 de septiembre y 6 de octubre con número de frutos y peso por fruto tomando 20 plantas de cada tratamiento, Cuadro 3. En los datos obtenidos se observa que las variedades Luxel y Macario fueron las de mayor producción y peso por fruto y las variedades Primavera y Borrely presentaron una menor producción, Figura 3.

Cuadro 2. Fechas de corte y producción obtenida en el cultivo de pepino orgánico, bajo condiciones de malla-sombra, Barreal de Guadalupe.

Fecha de Corte	Rendimiento (Kg/200 m^2)	Rendimiento (proyectado) (Kg ha^{-1}) Primera	Rendimiento (proyectado) (Kg ha^{-1}) Segunda
15/09/14	33.47	33.14	0.34
18/09/14	29.00	29.00	0.00
21/09/14	91.27	88.30	2.97
24/09/14	47.00	47.00	0.00
29/09/14	124.54	118.10	6.44
4/10/14	73.00	73.00	0.00
11/10/14	90.00	90.00	0.00
15/10/14	60.00	60.00	0.00
20/10/14	63.61	63.61	0.00
28/10/14	60.00	60.00	0.00
Total	671.89	16,650 (98.5%)	9.75 (1.5%)

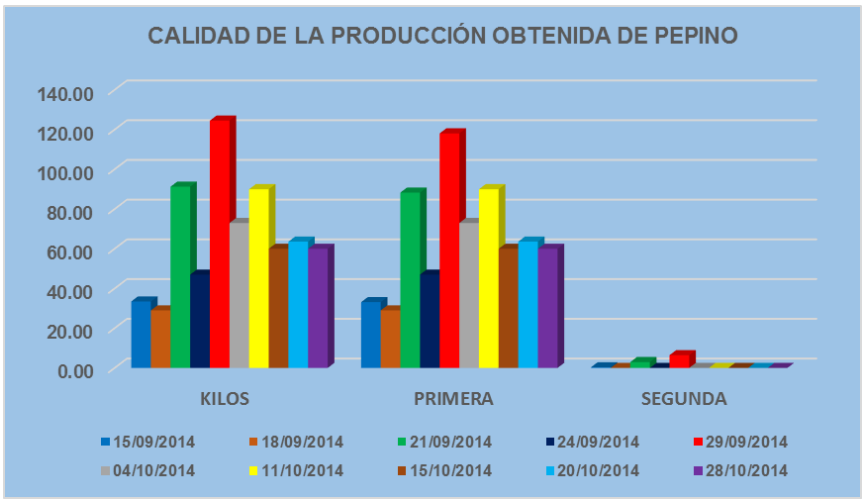


Figura 2. Calidad de la producción obtenida de las cuatro variedades de pepino evaluadas.

Cuadro 3. Número de frutos, peso por fruto y peso total en cuatro fechas de corte de las variedades evaluadas, Barreal de Guadalupe.

Fecha	Variedades evaluadas											
	Luxel			Borrely			Macario			primavera		
	Frutos	Peso	Total	Frutos	Peso	Total	Frutos	Peso	Total	Frutos	Peso	Total
15/09/14	6.00	371.67	2230.0	4.00	446.25	1785.0	2.00	405.0	810.0	8.00	355.63	2845.0
21/09/14	10.00	345.00	3450.0	11.00	335.00	3685.0	15.00	385.0	5775.0	10.00	339.50	3395.0
29/09/14	21.00	357.62	7510.0	8.00	363.13	2905.0	16.00	415.94	6655.0	22.00	362.73	7980.0
06/10/14	12.00	435.00	5220.0	13.00	502.31	6530.0	11.00	367.73	4045.0	6.00	334.17	2005.0
Total	49.00	377.32	18410.0	36.00	411.67	14905.0	44.00	393.42	17285	46.00	348.17	16225.0

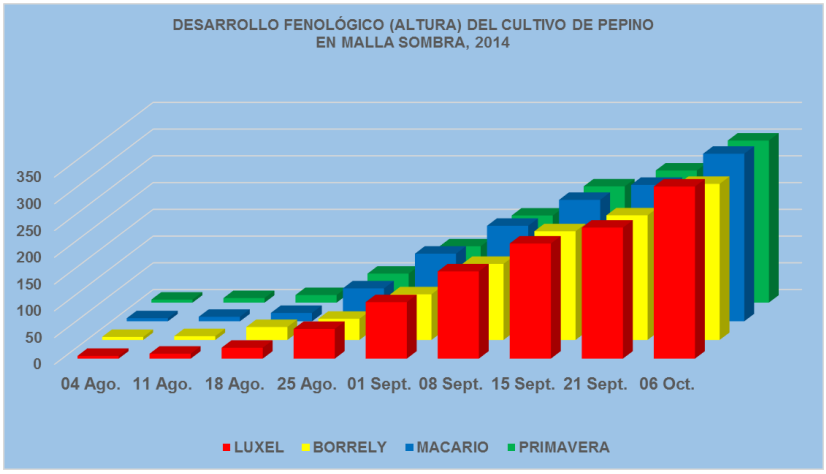


Figura 3. Número de frutos cosechados en los cuatro cortes evaluados durante el ciclo cultivo de pepino orgánico bajo condiciones de malla-sombra.

Fertilización. El cultivo se irrigó en forma diaria de 1.0 a 2.0 m^3 bajo un sistema de riego por goteo, utilizando fertilizantes de origen orgánico como lombricomposta, lixiviado de lombricomposta, ácidos húmicos y fulvicos así como extractos de origen vegetal. Cuadro 4

Incidencia de plagas y enfermedades y su manejo. La aparición de problemas fitosanitarios, tales como las plagas (Figura 3) y enfermedades (Figura 4), que aunque no incidieron severamente en la calidad de los frutos, considerando que estos se presentaron al final del ciclo del cultivo, si fue necesario realizar acciones para su control. Los productos orgánicos utilizados para el manejo de los problemas fitosanitarios se indican en el Cuadro 5.

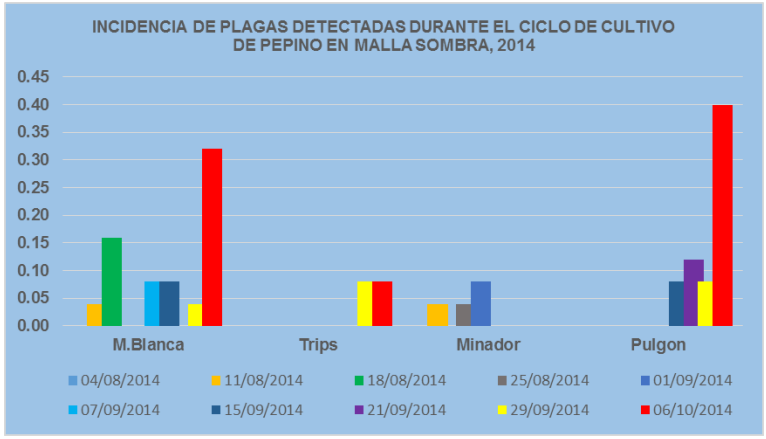


Figura 3. Comportamiento de las plagas que se presentaron durante el ciclo de cultivo de Pepino, bajo condiciones de malla-sombra.

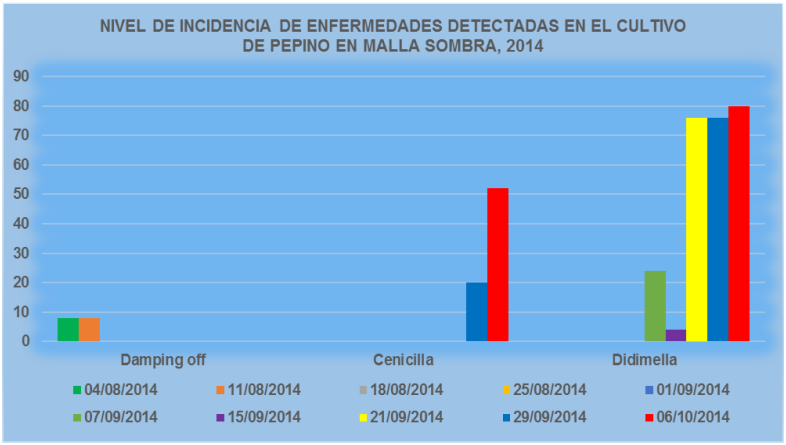


Figura 4. Incidencia de enfermedades durante el ciclo de cultivo de pepino, bajo condiciones de malla-sombra.

Cuadro 4. Fertilizantes orgánicos utilizados durante el desarrollo vegetativo y fructífero en el Cultivo de pepino, bajo condiciones de malla-sombra, Barreal de Guadalupe.

Fertilizante orgánico	Origen
Lombricomposta	Estiércol de vaca
Lixiviado de lombricomposta	Estiércol de vaca
Ácidos Húmicos	Derivados de Leonardita
Ácidos fulvicos	Derivados de Leonardita
Extracto de algas	*Ascophyllum nodosum*
Extracto de yuca	*Yucca shidigera*

Cuadro 5. Productos insecticidas y fungicidas de origen orgánico, utilizados para la prevención y control de los problemas fitosanitarios observados durante el desarrollo vegetativo y fructífero en el cultivo de pepino, bajo condiciones de malla-sombra.

Producto orgánico	Ingrediente activo
Insecticidas:	
Cinna –Mix	Aceites esenciales extraidos de plantas tropicales
Cirius 500	Extractos vegetales
Killwallc	Extracto de crisantemo y piretro
Extracto de orégano	Aceite de orégano
Q-L Agry	Extracto de *Quillay*
Kumulus	Azufre elemental
Fungicidas:	
Serenade Max	*Bacillus subtilis*
Regalía Max	Extracto de *Reynoutria* spp
Sonata	*Bacillus pumilus*
Thimorex gold	Aceite de *Maleleuca alternifolia*

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos se pudieron determinar las siguientes conclusiones:

1.- En lo que respecta al desarrollo vegetativo de la planta (altura), en los híbridos evaluados se observó un mejor desarrollo en Luxel con 321.75 cm y Borrely presentó el menor desarrollo con 291.75 cm de altura.

2.- La producción proyectada obtenida en general fue de una excelente calidad, considerando que el 98.5% (16,659 kg) fue de primera y solamente un 1.5 % de segunda (9.75 kg).

3.- En producción el híbrido Luxel fue el que mayor producción presentó con 18.41 kg en los cuatro cortes evaluados, seguido por Macario y Primavera con 17.28 y 16.25 kg respectivamente y Borrely fue el de menor producción con 14.90 kg.

4.- Los problemas fitosanitarios que se presentaron de plagas y enfermedades no causaron efecto en los rendimientos y calidad de producción y calidad considerando que se presentaron al final del ciclo agrícola, así mismo mencionar que los híbridos con mayor susceptibilidad a Cenicilla y Didimella fueron Luxel y Primavera.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos ampliamente las facilidades otorgadas al Grupo “Desarrollo Ecoturistico Barreal de Guadalupe” del ejido Barreal de Guadalupe por las facilidades prestadas en la toma de datos del cultivo de pepino. Así mismo a la Fundación Jimulco, A.C. quien administra la “Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco”

BIBLIOGRAFÍA

Cano, R.P. *et – al,* 2004. Producción Orgánica de Tomate bajo Invernadero en la Comarca lagunera. IV Simposio Nacional de Horticultura. Invernaderos. Diseño, Manejo y Producción. Torreón, Coah. pp 109-122

Garza Arizpe, M. y M.M. Velásquez. 2008. Manual para la producción de tomate en invernadero en el suelo en el Estado de Nuevo León. p. 183.

NOM-037-FITO-1995. Norma Oficial Mexicana, por la que se establece las especificaciones del proceso de producción y procesamientos de productos agrícolas orgánicos, México, D.F. 20 p

SAGARPA-Ley de Productos Orgánicos. Diario Oficial de la Federación 7 de febrero 2006

SAGARPA-Reglamento de la Ley de Productos Orgánicos. Diario Oficial de la Federación 1° abril 2010.

SEMARNAT- Consejo Nacional de Áreas Nacionales Protegidas (CONANP). *Manual para la producción Orgánica de Áreas Protegidas*. Sitio web: http://www.conanp.gob.mx/regionales/

RENDIMIENTO Y CALIDAD DE 5 HÍBRIDOS DE TOMATE BAJO SISTEMA DE PRODUCCIÓN ORGÁNICA EN MALLA-SOMBRA

Homero Sánchez Galván[1], David Ovalle Rios[2], Urbano Nava Camberos[2] y Joel Gerardo Sánchez Martínez[1]

[1]Facultad de Ciencias Biológicas - Universidad Juárez del Estado de Durango (FCB-UJED), Gómez Palacio, Durango.[2]Facultad de Agricultura y Zootecnia - Universidad Juárez del Estado de Durango (FAZ-UJED), Ej. Venecia, Durango. ing.sanchez_gh@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La tendencia en los compradores es preferir alimentos inocuos, libres de agroquímicos y con alto valor nutricional, en especial los que son consumidos en fresco. La producción orgánica ha representado una alternativa para la creación de este tipo de alimentos, ya que es un método agrícola que no utiliza fertilizantes ni plaguicidas sintéticos (Alvajana *et al*., 2004; Márquez & Cano 2005; Márquez-Hernández *et al*., 2006).

En México la producción orgánica de tomate se lleva a cabo en Baja California Sur, con rendimientos bajos, por lo que es conveniente, producir en condiciones protegidas, buscando rendimientos mucho más elevados, con la aplicación de insumos orgánicos para garantizar la obtención de un producto orgánico y prácticamente inocuo. (Castellanos *et al*., 2000). En estos tiempos existe interés por utilizar fuentes orgánicas para abonar los suelos, en un intento de retornar los sistemas agrícolas presentes a la producción orgánica. El objetivo del presente estudio fue evaluar el rendimiento y calidad de los cinco híbridos de tomate evaluados bajo un sistema de producción orgánica en malla sombra.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El experimento se realizó en la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango (FAZ-UJED), ejido Venecia, Durango, México; en las coordenadas N 25° 46´ 02” y O 103° 21´02”, con una altitud de 1110 m sobre el nivel del mar.

La malla-sombra tiene una superficie de 400 m^2 donde se establecieron cinco híbridos de tomate; Aquiles, Afrodita, Quetzal, Sahel y Pai-Pai de crecimiento indeterminado. La siembra se realizó el 10 de febrero del 2015 en charolas de unisel de 200 cavidades usando sustrato peat moss, una vez realizada la siembra la semilla fue tapada con vermiculita, inmediatamente después se dio un riego ligero de germinación, en seguida las charolas fueron apiladas y tapadas con plástico negro durante 72 hrs. Una vez que germinaron fueron extendidas para iniciar el proceso de crecimiento y desarrollo vegetativo hasta obtener la planta ideal para llevar a campo, mismo que se logró en un tiempo de 32 días. La plantación se llevó a cabo con un sistema de producción en suelo y acolchado, con una distancia entre camas de 1.80 m, colocando la planta a hilera sencilla a una distancia de 20 cm entre plantas con una densidad poblacional de 28,000 plantas ha^{-1}. El sistema de riego fue por goteo, al agua se le agregó lixiviado de lombricomposta, ácidos húmicos y ácidos fúlvicos derivados de leonardita. Las plantas fueron guiadas a un solo tallo y con hilo rafia, implementando las actividades culturales recomendadas de desbrote, enrede y deshoje. Se llevó a cabo la toma de datos de las diferentes variedades a evaluar a partir de la plantación el día 22 de marzo de 2015 (establecimiento de la parcela experimental) Una vez establecido el cultivo, también fue necesario colocar tutores, donde las plantas fueron apoyadas con rafia para sostener su crecimiento. El ciclo del cultivo se dio por terminado entre la octava y novena floración, debido al evento meteorológico que se presentó el día 22 de mayo de 2015, fenómeno que provoco la caída de la infraestructura establecida, cayendo literalmente sobre el cultivo en estudio. Las variables fenológicas que se determinaron fueron rendimiento y calidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento y calidad. Es importante mencionar que debido al evento meteorológico solo se pudo realizar un solo corte de los cinco híbridos en estudio, esto implicó contabilizar todas las fructificaciones existentes en 20 plantas de cada híbrido (botones, flores, frutos, abortos y no polinizados), considerando solamente los frutos para medir las variables de rendimiento y calidad de los materiales evaluados, siendo el híbrido Pai-Pai el que mayor rendimiento obtuvo con 17.21 kg seguido de Sahel, Quetzal y

Aquiles con 17.05, 16.49 y 15.13 kg respectivamente y el de menor rendimiento fue Afrodita con 11.88 kg. Cuadro 1, Figura 1.

Cuadro 1. Rendimiento obtenido en 20 plantas de tomate en los cinco híbridos de tomate evaluados, FAZ-UJED.

Híbrido	Número de frutos	Peso total frutos (Kg)
Afrodita	319	11.88
Quetzal	384	16.49
Aquiles	389	15.13
Sahel	426	17.05
Pai-Pai	404	17.21

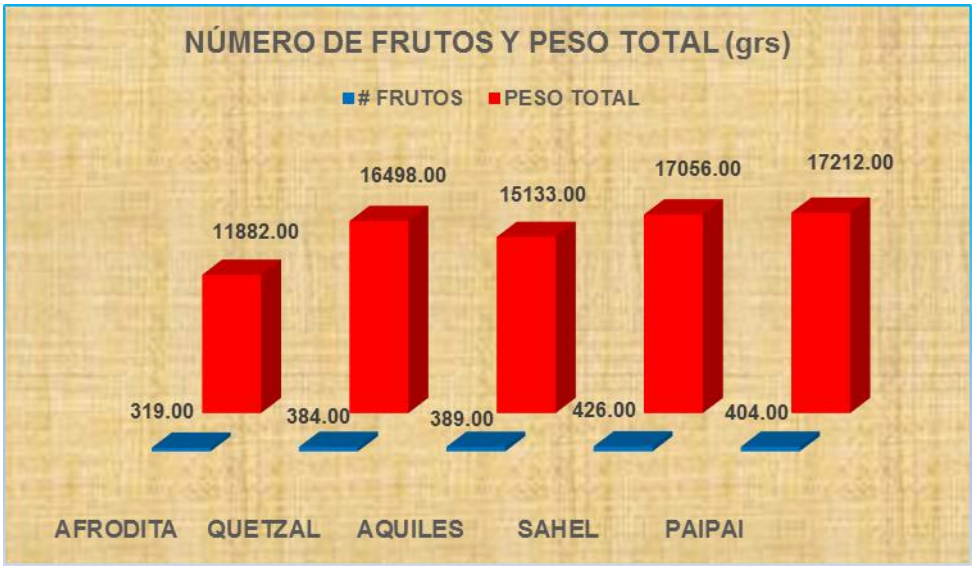


Figura 1. Número y peso total de frutos (gr) de los cinco híbridos de tomate evaluados, FAZ-UJED.

En este mismo sentido se observa la proyección de rendimiento toneladas por hectárea de cada uno de los materiales avaluados, Cuadro 2, Figura 2, en donde se puede apreciar que el número de frutos no es sinónimo de producción y calidad, ya que Pai-Pai con menos tomates cosechados (404 tomates) muestra un mayor rendimiento que Sahel (426 tomates). Con una estimación de rendimiento en toneladas por hectárea de

24.09 y 23.87 respectivamente, seguidos de Quetzal con 23.09, Aquiles con 21.18, siendo Afrodita la que presentó la menor producción estimada con 16.63 toneladas por hectárea.

Cuadro 2. Rendimiento estimado en toneladas por hectárea de tomate en los cinco híbridos de tomate evaluados, FAZ-UJED.

Híbrido	Peso total frutos (Kg)	Rendimiento estimado t ha-^{1}
Afrodita	11.88	16.63
Quetzal	16.49	23.09
Aquiles	15.13	21.18
Sahel	17.05	23.87
Pai-Pai	17.21	24.09

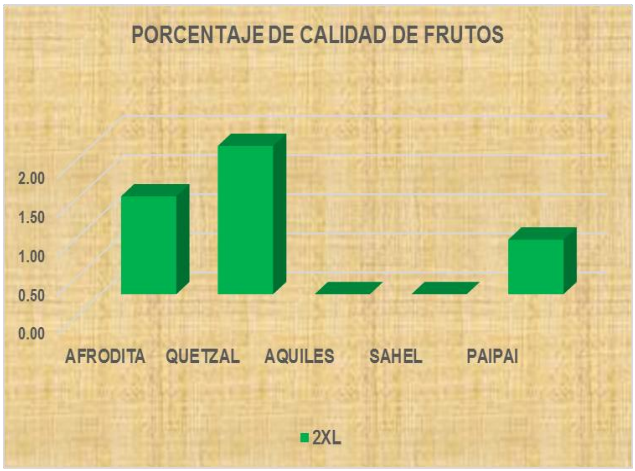
Figura 2. Rendimiento estimado en toneladas por hectáreas de los cinco híbridos de tomate evaluados, FAZ-UJED.

En cuanto a la calidad de los frutos el híbrido Quetzal fue el que mostró mejores parámetros de calidad con respecto a tamaños con un 1.89% y 13.26% de 2XL y XL respectivamente, seguidos de Aquiles, Pai-Pai y Sahel, con un 10.47, 10.45 y 9.38% con calidad XL respectivamente y Afrodita fue el que mostró menor calidad con un 6.25% de XL; en cuanto tamaños Large (L), Aquiles fue el que presentó mayor

porcentaje con un 18.32, seguido de Afrodita, Pai-Pai y Sahel con 14.38, 13.59 y 12.90% respectivamente, y en menor porcentaje Quetzal con un 10.61%, Cuadro 3 y Figuras 3 a 5. en todos los casos el mayor porcentaje fue de Small (S), considerando que cuando se terminó el ciclo de cultivo, se iba a dar comienzo la actividad de cosecha, a la mayor cantidad de frutos cosechados todavía les faltaba un tiempo considerable para lograr su maduración fisiológica, sobre todo del tercer racimo en adelante, por lo que se tomó la decisión de hacer los conteos y estimación de cosecha considerando todos los tamaños (2XL, XL, L, M, S) aún y cuando fisiológicamente estuvieran verdes y con tamaño reducido.

Cuadro 3. Calidad en tamaños de tomate en los cinco híbridos evaluados, FAZ-UJED.

Híbrido	Calidad % (tamaños)				
	2XL	XL	L	M	S
Afrodita	1.25	6.25	14.38	12.50	65.63
Quetzal	1.89	13.26	10.61	21.59	52.65
Aquiles	0	10.47	18.32	21.99	49.21
Sahel	0	9.38	12.90	21.11	56.60
Pai-Pai	0.70	10.45	13.59	25.44	49.83



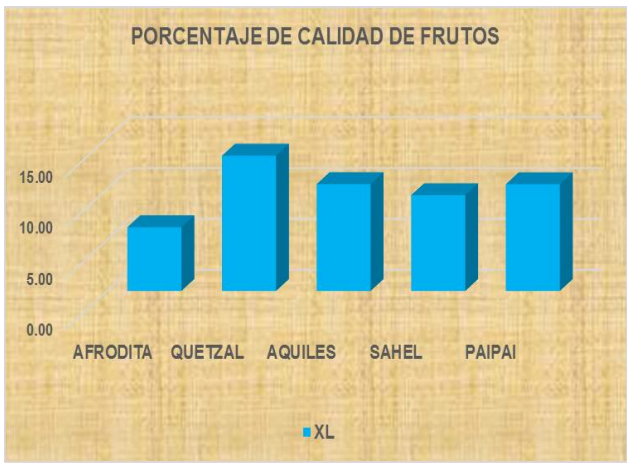
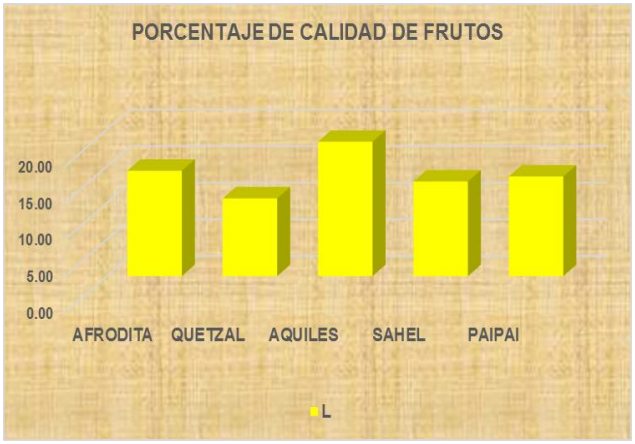


Figura 3. Porcentajes de calidad de frutos de tomate tamaño 2XL y XL, en los cinco híbridos de tomate evaluados, FAZ-UJED



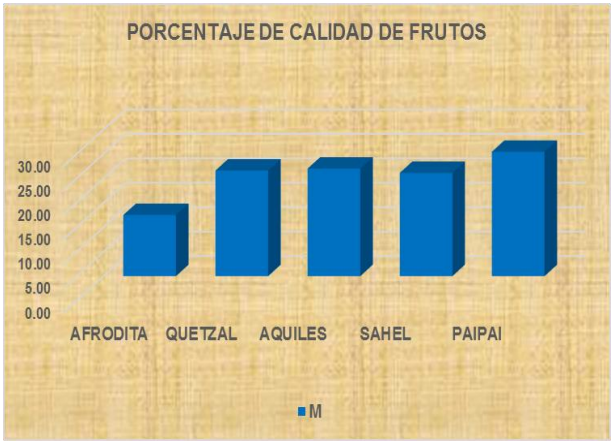


Figura 4. Porcentajes de calidad de frutos de tomate tamaño L y M, en los cinco híbridos de tomate evaluados, FAZ-UJED

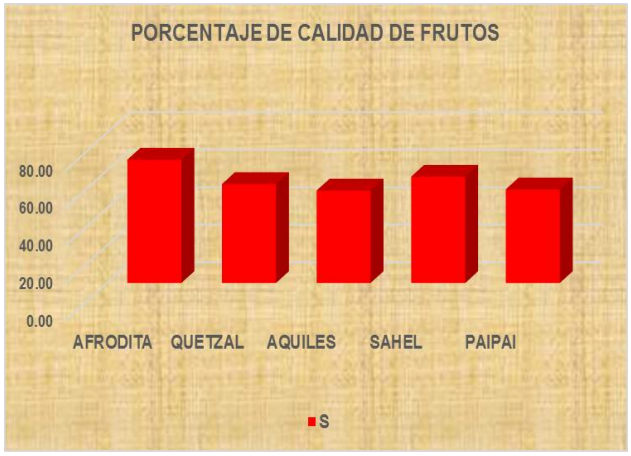


Figura 5. Porcentajes de calidad de frutos de tomate tamaño “S”, en los cinco híbridos de tomate evaluados, FAZ-UJED

CONCLUSIONES

Considerando la interrupción tan abrupta del presente trabajo las conclusiones a las que se pudo llegar con los datos obtenidos no son completamente satisfactorias, sin embargo los resultados muestran claramente la diferencia en producción y calidad de los frutos obtenidos, resaltando Pai-Pai como el híbrido con mejor rendimiento y calidad, seguidos de Sahel y Quetzal y con menor rendimiento Aquiles y Afrodita. Así mismo importante volver a realizar el trabajo de investigación bajo las mismas circunstancias (híbridos etapa y manejo) a efecto de confirmar el comportamiento de los datos obtenidas en el presente trabajo de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

Alvajana MCR, Hoppin JA, Kamel F. 2004. Health effects of chronic pesticide exposure: cancer and neurotoxicity. Annu. Rev. Public Health 25: 155-197.

Castellanos J.Z., Uvalle B.J.X., Aguilar S.A. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. INCAPA. México.

Márquez, H. C.; Cano, R. P. 2005. Producción orgánica de tomate cherry bajo invernadero. Actas Portuguesas de Horticultura 5: 219-224.

Márquez-Hernández C., Cano-Ríos P., Chew-Madinaveitia YI, Moreno-Reséndez A, Rodríguez-Dimas N. 2006. Sustratos en la producción orgánica de tomate cherry bajo invernadero. Revista Chapingo Serie Horticultura 12(2): 183-189.

ESTUDIO DE FENOLOGÍA DE 5 HÍBRIDOS DE TOMATE BAJO SISTEMA DE PRODUCCIÓN ORGÁNICA EN MALLA-SOMBRA

David Ovalle Rios[1], Homero Sánchez Galván[2], Urbano Nava Camberos[1] y Jorge Luis Alamillo Quiñones[1]

[1]Facultad de Agricultura y Zootecnia - Universidad Juárez del Estado de Durango (FAZ-UJED), Ej. Venecia, Durango. [2]Facultad de Ciencias Biológicas - Universidad Juárez del Estado de Durango (FCB-UJED), Gómez Palacio, Durango. ujeddor21@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Una de las hortalizas más aceptadas y populares en la gastronomía del mundo es el tomate (*Solanum lycopersicum L.*), se cultiva en más de cien países para su consumo fresco o para industrialización. El 80% de la producción a nivel mundial se concentra en: China, Estados Unidos, India, Egipto, Turquía, Italia, Irán, España, Brasil y México. De estos los primeros tres marcan la tendencia de precios y consumo a nivel mundial (FAO, 2012). El cultivo de tomate es de gran importancia socioeconómica para México, ya que anualmente se exporta el 90 % de la producción a Estados Unidos, especialmente en el período invernal (Hernández *et al*., 2013). Actualmente la demanda de productos producidos de manera orgánica se ha ido incrementando, debido a que la utilización de abonos orgánicos permite mejorar las características cualitativas de las hortalizas consumidas por la humanidad (Rodriguez *et al*., 2009). Sin embargo aunque el rendimiento en la agricultura orgánica se reduce entre 10 y 30% respecto a la agricultura tradicional es compensada con el sobreprecio que el tomate orgánico puede alcanzar, el cual puede ser 5,84 veces más alto (SIAP, 2005).

El objetivo del presente estudio fue determinar la fenología de los 5 fenotipos evaluados bajo un sistema de producción orgánico en malla-sombra.

MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo de este proyecto se llevó a cabo bajo condiciones de malla-sombra, en las instalaciones de la Facultas de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango (FAZ-UJED), ubicada en el ejido Venecia, Durango en el Km 30 de la carretera Gómez Palacio – Tlahualilo, en las coordenadas N 25° 46´ 02” y O 103° 21´02”, con una altitud de 1110 m sobre el nivel del mar.

La malla-sombra tiene una superficie de 400 m^2 donde se establecieron cinco híbridos de tomate: Aquiles, Afrodita, Quetzal, Sahel y Pai-Pai de crecimiento indeterminado. La siembra se realizó el 10 de febrero del 2015 en charolas de unisel de 200 cavidades usando sustrato

peat moss, una vez realizada la siembra la semilla fue tapada con vermiculita, inmediatamente después se dio un riego ligero de germinación, en seguida las charolas fueron apiladas y tapadas con plástico negro durante 72 hrs. Una vez que germinaron fueron extendidas para iniciar el proceso de crecimiento y desarrollo vegetativo hasta obtener la planta ideal para llevar a campo mismo que se logró en un tiempo de 32 días. La plantación se llevó a cabo en suelo y acolchado, con una distancia entre camas de 1.80 m, colocando la planta a hilera sencilla a una distancia de 20 cm entre plantas con una densidad poblacional de 28,000 plantas ha^{-1}. El sistema de riego fue por goteo, al agua se le agregó lixiviado de lombricomposta, ácidos húmicos y ácidos fúlvicos derivados de leonardita. Las plantas fueron guiadas a un solo tallo y con hilo rafia, implementando las actividades culturales recomendadas de desbrote, enrede y deshoje. Se llevó a cabo la toma de datos de las diferentes variedades a evaluar a partir de la plantación el día 22 de marzo de 2015 (establecimiento de la parcela experimental) Una vez establecido el cultivo, también fue necesario colocar tutores, donde las plantas fueron apoyadas con rafia para sostener su crecimiento. El ciclo del cultivo se dio por terminado entre la octava y novena floración debido al evento meteorológico que se presentó el 22 de mayo de 2015, fenómeno que provoco la caída de la infraestructura cayendo totalmente en el cultivo de estudio. Las variables fenológicas que se evaluaron fueron altura de planta, numero de hojas y desarrollo fructífero (botones, flores, frutos, abortos y flores no polinizadas), datos que se tomaron de forma semanal para cada hibrido evaluado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fenología:

Altura de planta. De acuerdo con los resultados obtenidos en general se observa un buen desarrollo vegetativo de la planta, siendo el hibrido Aquiles el que alcanzó la mayor altura con 124.6 cm seguido por Pai-Pai, Quetzal y Afrodita con alturas de 106.13, 105.8, 104.87 y 103.8 cm de altura respectivamente. Cuadro 1. Figura 1.

Numero de hojas. En relación del número de hojas evaluadas, en general no se observan grandes diferencias ya que las hojas contabilizadas durante el desarrollo fenológico del cultivo fluctuaron dentro de un rango de 12.4 a 13.8 hojas. Cuadro 2. Figura 2.

Cuadro 1. Desarrollo vegetativo (altura) de los cinco híbridos de tomate evaluados FAZ-UJED.

	FENOLOGÍA DE HIBRIDOS (ALTURA cm)				
FECHA	AFRODITA	QUETZAL	AQUILES	SAHEL	PAI-PAI
29/03/2015	15.87	12.00	15.93	12.73	12.07
05/04/2015	21.07	18.33	23.47	14.3	17.00
12/04/2015	37.27	34.53	39.87	34.2	31.87
19/04/2015	58.93	52.27	63.47	52.4	50.20
03/05/2015	103.8	104.87	124.6	105.8	106.13

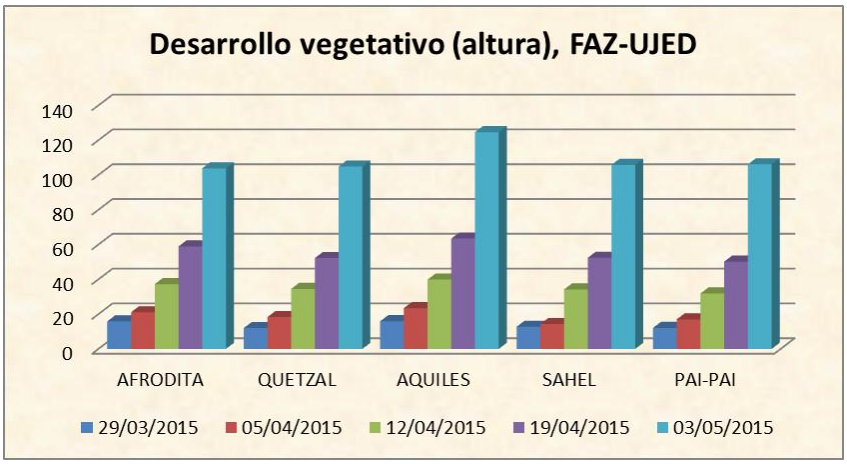


Figura 1. Desarrollo vegetativo (altura) de los cinco híbridos de tomate evaluados FAZ-UJED.

Cuadro 2. Desarrollo vegetativo (No. de hojas) de los cinco híbridos de tomate evaluados FAZ-UJED.

	FENOLOGÍA DE HIBRIDOS (HOJAS)				
FECHA	AFRODITA	QUETZAL	AQUILES	SAHEL	PAI-PAI
29/03/2015	5.87	6.20	5.87	5.60	6.53
05/04/2015	7.87	8.80	8.80	6.25	9.33
12/04/2015	9.67	10.93	10.93	10.07	10.53
19/04/2015	12.40	13.80	13.80	12.73	13.13

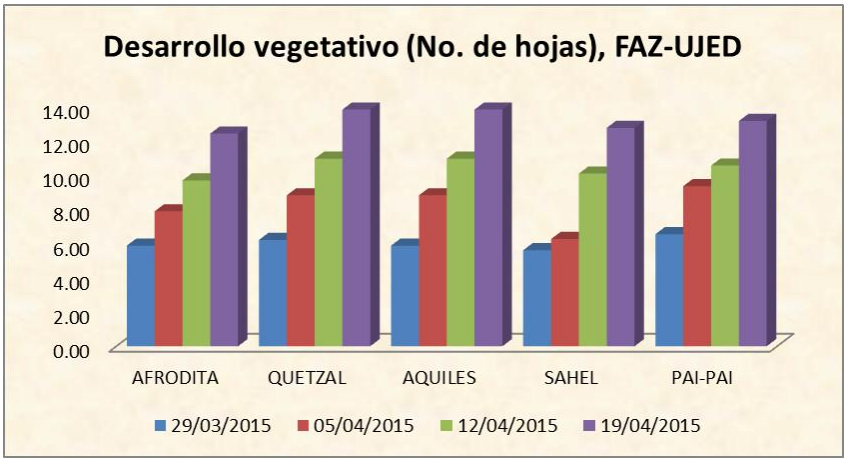
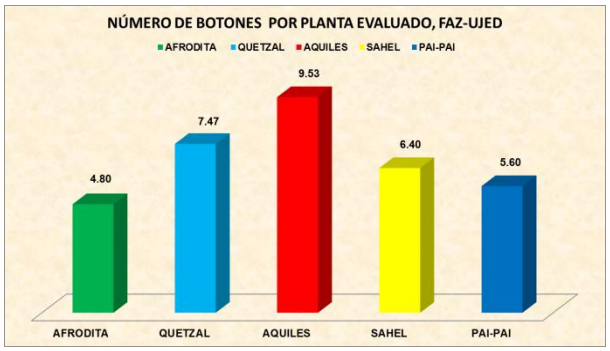


Figura 2. Desarrollo vegetativo (No. de hojas) de los cinco híbridos de tomate evaluados FAZ-UJED.

Desarrollo fructífero. Los resultados obtenidos con respecto al desarrollo fructífero de los híbridos evaluados se puede observar que Aquiles y Quetzal presentaron un mayor número de botones florales con 9.53 y 7.47 respectivamente y en relación al número de flores fue Quetzal y Afrodita los que presentaron más fructificaciones florales con 4.93 y 4.20 respectivamente. En lo que corresponde al número de frutos por planta fue Aquiles con 37.53 seguido de Quetzal y Sahel 37.07 y 34.40 respectivamente y los que mostraron un número menor de frutos fueron Pai-Pai con 31.65 y Afrodita con 28.40 frutos por planta. Cuadro 3. Figura 3, 4 y 5. Con respecto al número de abortos y flores no polinizadas en general fue bajo en los cinco híbridos evaluados.

Cuadro 3. Desarrollo fructífero de los cinco híbridos de tomate evaluados, FAZ-UJED.

	# Botones	# Flores	# Frutos	# Abortos	# No Polinizados
AFRODITA	4.80	4.20	28.40	0.60	1.47
QUETZAL	7.47	4.93	37.07	0.27	2.07
AQUILES	9.53	3.87	37.53	0.33	0.80
SAHEL	6.40	3.73	34.40	0.73	0.33
PAI-PAI	5.60	4.05	31.65	0.35	0.70



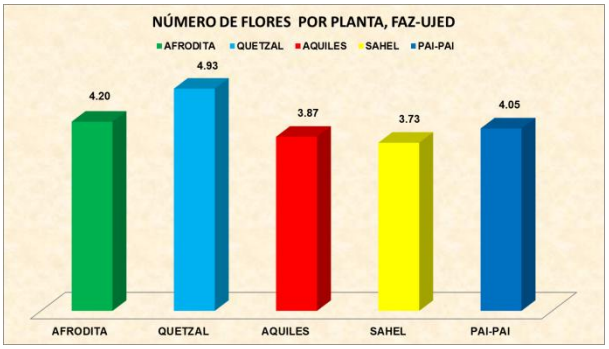


Figura 3. Número de botones y flores de los cinco híbridos de tomate evaluados, FAZ-UJED.

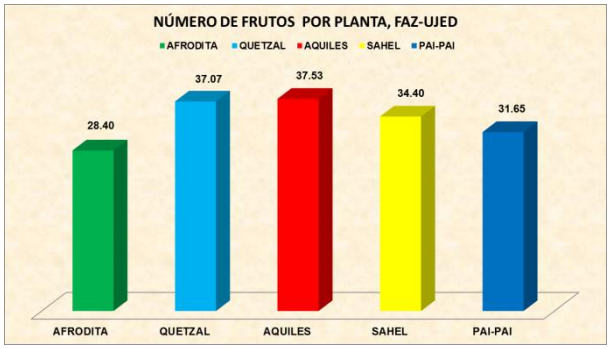


Figura 4. Número de frutos y abortos de los cinco híbridos de tomate evaluados, FAZ-UJED.

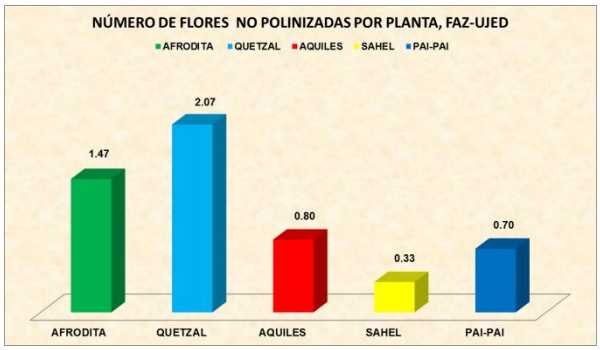


Figura 5. Número de flores no polinizadas de los cinco híbridos de tomate evaluados, FAZ-UJED.

CONCLUSIONES

1. De acuerdo con los resultados obtenidos la planta con mayor desarrollo vegetativo fue el hibrido Aquiles con 124.6 cm y con el menor desarrollo vegetativo fue Afrodita con 103.8 cm.
2. De acuerdo con el desarrollo vegetativo no se ve diferencia en el número de hojas de cada hibrido evaluado.

3. En lo que respecta al desarrollo fructífero el material con mayor número de frutos por planta fue Aquiles con 37.53 y el de menor número de frutos fue Afrodita con 28.40.

BIBLIOGRAFÍA

FAO, Food Agricultural Organization. (2012). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación**.** Disponible en: www.apps.fao.org. (Junio 2012).

Hernández, E., Lobato, R., García, J., Reyes, D., Méndez, A., Bonilla, O. y Hernández A. (2013). Comportamiento agronómico de poblaciones f_2 de híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Rev. Fitotec. Mex. Vol. 36 (3): 209 – 215.

Rodríguez, N., Cano, P., Figueroa, U., Favela E., Moreno A., Márquez C., Ochoa E., Preciado P. (2009). Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero. *Terra Latinoamericana*, vol. 27, núm. 4, pp. 319-327.

SIAP, (2005). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Producción de jitomate rojo orgánico. [Fecha de consulta: 8 de agosto de 2011] Disponible en:http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351.

EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍA PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN DE CHILE SERRANO (*Capsicum annuum* L.) EN EL NORTE DE MÉXICO

Delgado Ramírez Gerardo[1], Catalán Valencia Ernesto Alonso[1], Villa Castorena Ma. Magdalena[1], Inzunza Ibarra Marco Antonio[1], Román López Abel[1].

[1]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera (CENID RASPA; INIFAP). Canal Sacramento km 6+500. Gómez Palacio, Dgo., México.
delgado.gerardo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El chile es una de las especies hortícolas de mayor importancia ya que se siembran alrededor de 1.72 millones de hectáreas con esta hortaliza a nivel mundial. México tiene una extensa diversidad genética de chile verde con alrededor de 40 variedades. Pero no es el productor más importante, ya que produce un 6.5 por ciento de la producción mundial (SIAP, 2010). En México, el serrano es de los favoritos para su consumo principalmente en fresco mediante la elaboración de salsas, el consumo por habitante es el mayor a nivel mundial con 7.1 kg por año (Rincón y Zavala, 2000). El chile serrano se produce comercialmente en regiones del país que cubren un amplio rango de condiciones ambientales desde el trópico húmedo, trópico seco, templado y semiárido, por lo cual se tiene abasto de frutos frescos a los centros de consumo del país durante todo el año.

En el 2010 se sembraron aproximadamente 148,759 ha de chile serrano, con un rendimiento promedio de 6.3 t ha^{-1}en agricultura de temporal y 24.2 bajo riego. Los estados que reportaron los mayores rendimientos a nivel nacional fueron Sinaloa, Tamaulipas, Nuevo León y Colima con rendimientos promedio que oscilaron de 32 a 40 t ha^{-1}. En contraste, Coahuila registró sólo 26.7 t ha^{-1}, siendo la Región Lagunera la de mayor superficie sembrada con chile serrano (Financiera Rural, 2012). Los altos rendimientos de chile se deben principalmente al uso de cultivares mejorados, control del régimen hídrico y la nutrición, estos últimos a partir de técnicas como el riego localizado y el fertirriego. Estudios previos realizados en la Región Lagunera con otros cultivos como: chile jalapeño, brócoli y sandía, lograron incrementar considerablemente los rendimientos promedio con el uso de las tecnologías antes mencionadas (Mendoza, et al., 2006; Inzunza et al., 2007).

Una forma de precisar el riego de los cultivos, es mediante el cálculo de la evapotranspiración (ET_c) a partir de variables climatológicas y coeficientes de cultivo. Sin embargo, generalmente se emplea el criterio del coeficiente único del cultivo, el cual combina los efectos de la transpiración del cultivo (T) y la evaporación del suelo (E) en un solo coeficiente K_c, este

expresa los efectos promedio en el tiempo (múltiples días) de E sobre ET_c, lo cual puede llevar a subestimar o sobreestimar ET_c durante ciertos períodos del ciclo de cultivo (FAO, 1998).

El objetivo del presente estudio fue evaluar tecnología para incrementar la producción, productividad y rentabilidad del cultivo de chile serrano. Se probaron tres de los híbridos comerciales más promisorios de la región, así como algunas estrategias para precisar el control del régimen hídrico del chile serrano cultivado con riego localizado y acolchado plástico. Estas estrategias consistieron en el uso de dos procedimientos para el cálculo del consumo de agua y dos alternativas para la colocación de la cintilla de riego.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en las instalaciones del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua, Suelo, Planta y Atmósfera (CENID-RASPA); ubicado en el municipio de Gómez Palacio Dgo. Se realizó un muestreo compuesto a dos profundidades (0-30 y 30-60 cm) con la finalidad de determinar las características físicas y químicas del suelo para calcular la fertilización y programación del riego.

En este estudio se evaluaron tres híbridos de chile serrano y cuatro procedimientos para precisar el control del régimen hídrico del chile cultivado con riego localizado y acolchado plástico. Estos procedimientos consistieron en la aplicación de dos métodos para el cálculo del consumo de agua y dos modalidades de colocación de la cintilla de riego. Los híbridos fueron Camino Real F1 (H_1), Montero (H_2) y Arista F1 (H_3); los métodos para el cálculo del consumo de agua fueron el Coeficiente Dual (R_1) y el Coeficiente Único (R_2) y las modalidades de colocación de la cintilla de riego fueron superficialmente (C_1) y enterrada (C_2) a una profundidad de 25 cm con relación a la superficie del terreno.

El enfoque del coeficiente único (R_2) para calcular la evapotranspiración del cultivo (ET_c) a partir de la evapotranspiración de referencia (ET_0) calculada con el método FAO Penman-Monteith combina los efectos de la transpiración del cultivo y la evaporación del suelo en un solo coeficiente K_c, el cual integra las diferencias de estos dos tipos de flujo entre el cultivo y la superficie del cultivo de referencia (FAO, 1998):

$$ET_c = K_c * ET_0 \quad (1)$$

En el enfoque del coeficiente dual (R_1), los efectos de la transpiración del cultivo y la evaporación del suelo se determinan por separado. Se aplican dos coeficientes: el coeficiente

basal del cultivo (K_{cb}) para calcular la transpiración y el coeficiente de evaporación (K_e) para calcular la evaporación que ocurre desde la superficie del suelo (FAO, 1998):

$$ET_c=(K_{cb}+K_e)*ET_0 \quad (2)$$

Las láminas o dosis de riego se calcularon con el programa computacional DRIEGO, este determina las demandas de agua de los cultivos en línea y tiempo real (Catalán et al., 2013: http://cenidraspa.org). El monitoreo de la humedad del suelo se efectuó mediante un sensor de reflectometría en el dominio temporal (TDR) de la compañía IMKO previamente calibrado para medir la humedad a los 15, 30, 45, 60 y 70 cm de profundidad del suelo. Se realizaron cinco mediciones a los 48, 56, 76, 90 y 96 días después del trasplante.

La Figura 1 muestra la variación del consumo diario de agua (ET_c) o dosis de riego calculadas y aplicadas en los tratamientos R_1 y R_2. Aun cuando los valores de ET_c para todo el ciclo resultaron similares en los dos tratamientos (87 cm para R_1 y 84 cm para R_2), su distribución fue distinta. Se estimaron valores mayores para R_2 en los primeros 50 días y valores mayores para R_1 durante el resto del ciclo del cultivo.

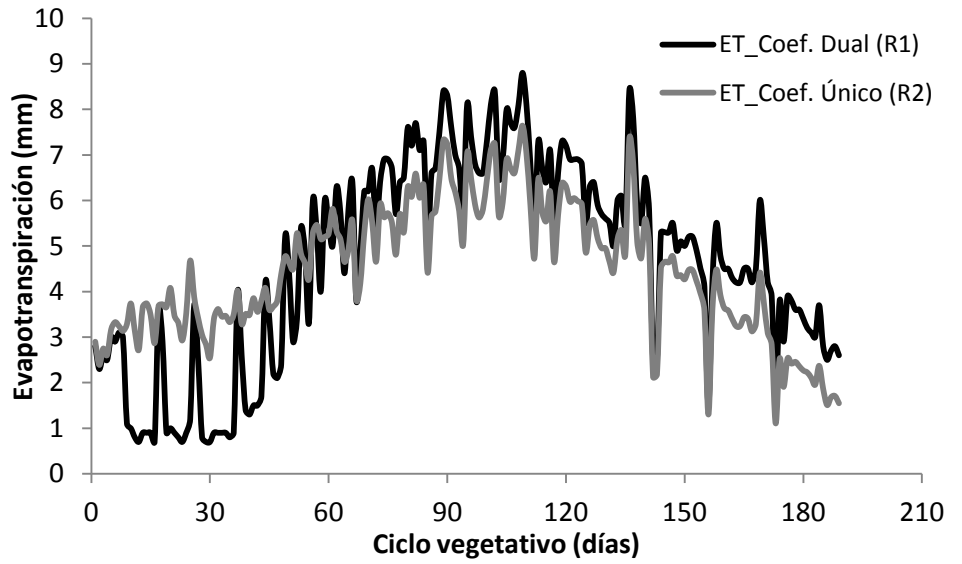


Figura 1. Variación de los consumos de agua estimados para los dos tratamientos de riego.

En lo referente al sistema de riego, se instaló un sistema por goteo en la modalidad de cintilla tipo T-Tape 5/8" (modelo W0508-12-450-00-A), con separación entre goteros de 30 cm y gasto por gotero de 1 L hr^{-1}. Luego se instaló el acolchado plástico de calibre 80, color negro con

orificios a doble hilera, con una separación de 20 cm entre hileras y 30 cm entre plantas. El diseño experimental fue bloques completos al azar con cuatro bloques y un arreglo factorial 3x2x2, teniendo un total de 12 tratamientos. La unidad experimental consistió de una parcela de 6 m de largo por 4.5 m de ancho, en la cual se instalaron tres líneas regantes separadas a 1.5 m. Se establecieron dos hileras de plantas por línea regante para una densidad de 44 mil plantas por hectárea. El cultivo se estableció por trasplante (51 días después de la siembra).

La fertilización del cultivo se determinó con base en la capacidad de absorción de nutrimentos de las plantas por cada tonelada de fruto verde: 3 a 4 kg de nitrógeno, 0.7 a 1 kg de fósforo y 4 a 6 kg de potasio (Hegde, 1997; Lian et al., 1997; Castellanos et al., 2000; Azofeifa y Moreira, 2005). Se fertilizó para un rendimiento objetivo de 50 toneladas por hectárea mediante un inyector Venturi.

Para el control de mosquita blanca (*Bemisia* spp.) y pulgón (*Aphys* spp.) se realizaron aplicaciones de Imidacloprid con una dosis de 1 L ha^{-1}. La araña roja (*Tetranychus urticae*) se controló con Abamectina, con una dosificación de 300 ml ha^{-1}. La prevención y control de la pudrición radicular (*Phytophthora capsici*) se efectuó con Mancozeb y Trichoderma harzianum, con dosis de 2.5 kg ha^{-1} y 0.6 kg ha^{-1} respectivamente.

Las variables respuesta de este estudio fueron: rendimiento total de fruto en verde (kg ha^{-1}); eficiencia de uso de agua (kg de fruto verde por m^3 de agua utilizada); y calidad de frutos con referencia a su longitud, ancho y peso. El análisis estadístico se realizó con el paquete SAS (versión, 9.0), mediante análisis de varianza y pruebas de comparación de medias (Tukey, α=0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento de chile en verde y eficiencia de uso del agua

Para el análisis estadístico de estas variables se utilizó el rendimiento total o acumulado de los ochos cortes realizados al cultivo. Este presentó diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) para los factores “híbrido” y “consumo de agua”; el factor “colocación de cintilla” mostró diferencia significativa ($p \leq 0.05$) y ninguna de las interacciones mostró diferencias significativas. Los híbridos Camino Real (H_1) y Arista (H_3) superaron en un 26 y 34 % al rendimiento del híbrido Montero (H_2), respectivamente (Cuadro 1). En el factor “consumo de agua”, el rendimiento correspondiente al coeficiente dual (R_1) resultó 15% superior con respecto al rendimiento logrado con el uso del coeficiente único para determinar las láminas o dosis de riego. Por su parte, la cintilla de riego enterrada (C_2) produjo un rendimiento promedio que superó en un 8% el rendimiento correspondiente a la colocación superficial de cintilla (C_1).

Cuadro 1. Rendimiento de chile en verde y eficiencia de uso del agua (EUA).

Factor	Niveles de estudio	Rendimiento (t ha^{-1})	EUA (kg m^{-3})
Híbridos	Camino Real F1 (H_1)	41.6 a	4.85 a
	Montero (H_2)	32.9 b	3.89 b
	Arista F1 (H_3)	44.2 a	5.16 a
Riego	Coef. dual (R_1)	42.4 a	4.86 a
	Coef. único (R_2)	36.7 b	4.36 b
Colocación de Cintilla	Superficial (C_1)	37.9 b	4.43 b
	Subsuperficial (C_2)	41.1 a	4.80 a

Medias con letras iguales en un mismo factor no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05).

El rendimiento máximo se logró con el tratamiento $H_3R_1C_2$, el cual alcanzó las 49.6 t ha^{-1}, prácticamente igual al rendimiento objetivo de 50 t ha^{-1} planteado en el presente estudio. Este tratamiento superó también en 86% al rendimiento medio del estado de Coahuila y al de los estados con mayores rendimientos a nivel nacional (Financiera Rural, 2012). Con respecto a la eficiencia de uso del agua (EUA), las respuestas del cultivo siguieron el mismo patrón que la variable rendimiento (Cuadro 1).

Los valores mayores de rendimiento y EUA del tratamiento R_1 sobre el R_2 se debieron a una mejor distribución de las láminas de riego calculadas con el coeficiente dual, las cuales cubrieron plenamente los requerimientos hídricos del cultivo en las etapas de floración y fructificación (Figura 1). La sobrestimación de ET_c por el coeficiente único en las primeras etapas del cultivo y su posterior subestimación fue también observada en el cultivo de cebolla por López et al. (2009). Esto ratifica la superioridad del enfoque del coeficiente dual sobre el coeficiente único o del coeficiente constante, generalmente utilizado en otros estudios para determinar evapotranspiración (Miranda et al., 2006; Yaghi et al., 2013), sobre todo cuando se utiliza información climática en tiempo real.

El uso de la cintilla enterrada incrementó significativamente el rendimiento y la EUA del cultivo del cultivo. Esto se debió a una mejor distribución y disponibilidad del agua y los nutrimentos en el suelo en relación con la cintilla superficial, causas fundamentales citadas en otros estudios (Bhella y Wilcox, 1985; Ayars et al., 1999).

Calidad del fruto

La longitud, ancho y peso del fruto presentaron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) en el factor “híbrido” (Cuadro 2). El híbrido Arista (H_3) presentó los mayores promedios de longitud, ancho y peso del fruto con valores de 7.65 cm, 1.51 cm y 8.28 g respectivamente. Estos valores

se encuentran dentro de los correspondientes datos rangos de 6.2-8.7 cm, 1.4-1.9 cm y 6.9-12.2 g reportados por Vásquez *et al*. (2010) para los valores promedio de longitud, ancho y peso del fruto de 19 variedades de chile serrano. El factor "consumo de agua" solamente mostró diferencia significativa ($p \leq 0.05$) en las variables longitud y peso de fruto. Por otra parte, la calidad del fruto no fue afectada por el factor "colocación de cintilla".

Cuadro 2. Promedios de longitud (LF), ancho (AF) y peso del fruto (PF).

Factor	Niveles de estudio	LF (cm)	AF (cm)	PF (g)
Híbridos	Camino Real F1 (H_1)	5.54 b	1.34 c	4.69 b
	Montero (H_2)	4.91 c	1.46 b	4.99 b
	Arista F1 (H_3)	7.65 a	1.51 a	8.28 a
Riego	Coef. dual (R_1)	6.10 a	1.45 a	6.15 a
	Coef. único (R_2)	5.97 b	1.43 a	5.83 b
Colocación de Cintilla	Superficial (C_1)	6.01 a	1.43 a	5.88 a
	Subsuperficial (C_2)	6.06 a	1.45 a	6.10 a

Medias con letras iguales en un mismo factor no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05).

Rentabilidad del cultivo

Tomando en cuenta el rendimiento logrado con el mejor tratamiento, se puede esperar un nivel importante de competitividad en la producción de chile serrano con la tecnología probada. En el período 2008-2012, el precio medio rural del chile fresco en la Región Lagunera fue de $3,500 por tonelada (SIAP, 2013). Este valor garantiza un margen de utilidad mínimo de $86,800 por hectárea, ya que podría destinarse hasta la mitad del rendimiento para cubrir los costos de producción, esta rentabilidad podría ser aún mayor si el sistema de riego se amortiza en varios ciclos de cultivo. La durabilidad del sistema, en gran medida depende de la calidad del agua y de un buen programa de mantenimiento (O'Brien et al., 1998; Lamm et al., 2002).

CONCLUSIONES

El uso de híbridos mejorados y el control del régimen hídrico mediante: el riego por goteo, el acolchado plástico y el cálculo preciso de las demandas de agua fueron determinantes para lograr altos niveles de rendimiento, eficiencia de uso del agua y calidad del fruto en el cultivo del chile serrano. Los máximos niveles de rendimiento y eficiencia de uso del agua fueron de 49.6 t ha^{-1} y 5.7 kg m^{-2}, estos se lograron con el híbrido Arista F1, el coeficiente dual para determinar el consumo de agua y la cintilla de riego enterrada.

.BIBLIOGRAFÍA

Ayars, J. E.; C. J. Phene; R. B. Hutmacher; K. R. Davis; R. A. Schoneman; S. S. Vail and R. M. Mead. 1999. Subsurface drip irrigation of row crops: A review of 15 years of research at the Water Management Research Laboratory. Agricultural Water Management 42:1-27.

Azofeifa, A. y M. A. Moreira. 2005. Absorción y distribución de nutrimentos en plantas de chile dulce (Capsicum annuum C.V. UCR 589) en Alajuela, Costa Rica. Agronomía Costarricense 29 (1): 77-84.

Bhella, H. S. and G. E. Wilcox. 1985. Nitrogen fertilization and muskmelon growth, yield and nutrition. In proceedings of the Third International Drip/Trickle Irrigation Congress, Fresno, CA. Nov. 18-21, 1985. ASAE. pp. 339-345.

Castellanos, J. Z.; S. X. Uvalle B. y A. Aguilar S. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. Colección INCAPA. 2a ed. San Miguel de Allende. Gto. 226 p.

Catalán, V. E. A.; M. Villa C.; M. A. Inzunza I.; A. Román L.; G. Delgado R. y G. Barrios J. L. 2013. Sistema en línea para la programación del riego en tiempo real en Coahuila. In: Memoria de la 25ª Semana Internacional de Agronomía. Martínez, R.J.J.; J. Puentes G.; M J. Vázquez N. y R. Santana R. (eds). Gómez Palacio, Durango, México.

Financiera Rural. 2012. Chile, Producción Nacional. http://www.inforural.com.mx/spip.php?article7381 Fecha de consulta: Febrero 2013.

Food and Agriculture Organization (FAO). 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and drainage paper 56. Rome, Italy.

García, E. 1970. Modificaciones al sistema de casificación climática de Köpen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía de la UNAM, para la Comisión de Estudios del Territorio Nacional. 235 p.

Hegde, D. M. 1997. Nutrient requirements of solanaceous vegetable crops. Food & Fertilizer Technology Center. Extension Bulletin 441. Taiwan Agricultural Research Institute. Taiwan.

Inzunza, I. M. A.; S. F. Mendoza M.; E. A. Catalán V.; M. M. Villa C.; I. Sánchez C. y A. Román L. 2007. Productividad del chile jalapeño en condiciones de riego por goteo y acolchado plástico. Revista Fitotecnia Mexicana 30: 429-436.

Lamm, F. R.; D. M. O'Brien; D. H. Rogers and T. J. Dumler. 2002. Sensitivity of center pivot sprinkler and SDI economic comparisons. ASAE Paper No. MC02-201. ASAE, St. Joseph MI. 10 pp.

Lian S.; C. H. Wang and Y. C. Lee. 1997. Efficient nitrogen use in vegetable production II. Analysis of Fertilizer response and Efficiency in Vegetable Production in the Hsilo Area, Taiwan. Food & Fertilizer Technology Center. Extension Bulletin 443. Taiwan Agricultural Research Institute. Taiwan.

López, U.R.; F.S.O Martín; A. Montoro and P.F. López. 2009. Single and dual crop coefficients and water requirements for onion (Allium cepa L.). Agricultural Water Management 96: 1031–1036.

Mendoza, M.S.F; M.A. Inzunza, I.; E. A. Catalán V.; M. M. Villa C. y A. Román L. 2006. Rendimiento de brócoli con acolchado plástico y criterios de riego por cintilla. Revista AGROFAZ 6: 205-210.

Miranda, F.R.; R.S. Gondim and C.A.G. Costa. 2006. Evapotranspiration and crop coefficients for tabasco pepper (Capsicum frutescens L.). Agricultural Water Management 82: 237-246.

O'Brien, D. M., D. H. Rogers, F. R. Lamm, and G. A. Clark. 1998. An economic comparison of subsurface drip and center pivot sprinkler irrigation systems. Appl. Engr. Agric. 14(4):391-398.

Rincón, S. y F. Zavala G. 2000. Recursos filogenéticos de México para la agricultura. Informe Nacional. SNICS y SOMEFI A.C. Chapingo, México.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) 2010. Un panorama del cultivo del chile. http://www.siap.gob.mx/images/stories/infogramas/100705-monografia-chile.pdf. Fecha de Consulta: Julio 2013.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2013. Cierre de la producción agrícola por cultivo. http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350. Fecha de Consulta: Julio 2013.

Yaghi, T.; A. Arslan and F. Naoum. 2013. Cucumber (*Cucumis sativus*, L.) water use efficiency (WUE) under plastic mulch and drip irrigation. Agricultural Water Management 128: 149-157.

USO DE UN COMPLEJO DE MICRONUTRIMENTOS EN LA CALIDAD DEL FRUTO DEL NOGAL PECANERO

Juan José Galván Luna [*1], Marco Antonio Bustamante García [1], Víctor Manuel Reyes Salas [1], Fabiola Aureoles Rodríguez [1], y María Guadalupe Pérez Ovalle[1].
[1]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Horticultura. Calzada Antonio Narro 1923 Buenavista, Saltillo, Coahuila, México CP. 25315.
*Autor responsable: doctorgalvanluna@hotmail.com.

INTRODUCCIÓN

La nuez pecanera es una de las principales frutas consumidas en el mundo, proviene del árbol del Nogal el cual es originario de Persia, en donde se hallaron referencias de su existencia ya a partir del año 7000 A.C., el cual era considerado como comida de los dioses por los romanos y es de ahí de donde se deriva su nombre *Carya Illinoensis* Koch, en honor a Júpiter.

Las áreas productoras de nuez alrededor del mundo se localizan principalmente entre los 25° y 35° de latitud norte y entre 25° y 35° latitud sur. En México, la distribución natural del nogal se encuentra en catorce estados, siendo los centros más importantes de asociaciones nativas los estados de Nuevo León, Coahuila y Chihuahua (Ojeda *et al*., 2003). Los principales productores son Estados Unidos (72 %) y México (25 %). Otros productores menores son Australia, Sudáfrica, Israel, Brasil, Argentina, Perú y Egipto. Además de ser el principal productor y exportador de nuez encarcelada, Estados Unidos es el más grande consumidor. Otros importantes países consumidores son: Reino Unido, Alemania, Canadá y Japón. Los Estados Unidos exportan e importan nueces, y México es el principal exportador (nuez con cáscara) hacia ese país (25,000 toneladas anualmente).

En México, las primeras plantaciones comerciales de nogal se establecieron el año de 1946, y para el año 2000 se tenían plantadas más de 60 mil hectáreas a nivel nacional (Tarango, 2004). La nuez es un fruto dehiscente el cual utiliza al ruezno como un indicador de cosecha con el cual se sabe cómo y cuándo cosecha, en este caso se propone el uso de Poliquel multi como complejo de micronutrientes para dar mayor tamaño a la fruta evaluando diferentes dosificaciones para optar por una la cual sea la mejor y así utilizarla posteriormente como manejo en la producción y para el mejoramiento de la calidad de la fruta.

Las primeras plantaciones de nogal en la región se establecieron en 1948 y actualmente el valor de la producción de nuez ocupa el primer lugar entre los frutales de la región, con un valor aproximado de 200 millones de pesos (SAGARPA–SIAP, 2008). Otros estados productores importantes son Chihuahua, Nuevo León y Sonora, que junto con Coahuila y Durango representan el 92% de la producción nacional. Sin embargo, existen diversas limitantes para su producción por lo que el rendimiento medio a nivel nacional es bajo, de menos de 1.3 $t \cdot ha^{-1}$

(SAGARPA, 2005). Dentro de dichas limitantes se encuentran las deficiencias y desbalances nutrimentales (Medina, 1998). De acuerdo con las normas reportadas por Medina-Morales (2002) y los niveles óptimos reportados por García-Hernández et al. (2009) en nogal, la concentración de Nitrógeno en este cultivo debe estar entre 2.09-2.30%, de Fósforo entre 0.11-0.13%, de Potasio entre 1.11-1.39, de Calcio entre 1.28-1.93%, de Magnesio entre 0.27-0.40%, y de Magnesio entre 0.27-0.40%. Medina-Morales a su vez también reporta los niveles según las normas para micronutrientes: Fierro a 125 ppm, Manganeso a 108 ppm, Zinc 65 ppm, Cobre 8 ppm, y Boro 94 ppm.

Por todo lo anterior el objetivo del presente trabajo fue evaluar la aplicación de Poliquel multi en diferentes dosis en crecimiento vegetativo y calidad del fruto del nogal pecanero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto se realizó en el periodo vegetativo del 2014 en el ejido de Derramadero municipio de Saltillo en el estado de Coahuila, se aplicó el producto poliquel multi, con 5 tratamientos y 4 repeticiones. Se utilizaron 20 árboles de nogal en un sistema de plantación de 12 m^2, con una edad de 12 años en la etapa de iniciación de la cosecha, conocida comúnmente como “de ensayo”.

Poliquel multi es un fertilizante líquido de muy alta solubilidad y concentración, indicado para usarse en cultivos frutales y hortícolas. Para una máxima asimilación y translocación en hojas, frutos y raíces, está formado con base en un complejo de varios agentes quelatantes o secuestrantes de zinc, fierro, magnesio, manganeso, cobre y cobalto acompañado de concentraciones balanceadas de boro, molibdeno y azufre (Diccionario de Especialidades Agronómicas, 2010).

Se realizaron dos aplicaciones con mochila manual en la etapa de floración, realizándose entre las 8:00 y 11:00 h, utilizando una variación de las dosis recomendadas en el producto comercial Poliquel multi (Cuadro 1).

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos aplicados del complejo de micronutrimentos (Poliquel multi)

Numero de tratamiento:	Dosis:
1	0 ml^{-1}
2	3 ml^{-1}
3	4 ml^{-1}
4	5 ml^{-1}
5	6 ml^{-1}

Las variables que se midieron fueron: diámetro y longitud de área foliar, diámetro polar y ecuatorial del fruto, peso del fruto, peso de la cáscara y porcentaje de almendra.

Se realizó un análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey con el paquete estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Longitud de ramas

En la figura 1 se muestran las medias obtenidas en los diferentes tratamientos donde se puede apreciar la diferencia significativa en los tratamientos de 3 ml^{-1} de poliquel multi y 4 ml^{-1} de poliquel multi donde se obtiene mayor crecimiento en ramas y las medidas se reportan en unidades de centímetros (cm).

Con una diferencia de 22 cm del tratamiento *3* ml^{-1} de poliquel multi con el tratamiento 1 (testigo) representando un 27.7% mas, lo que concuerda con Medina-Morales en 2002.

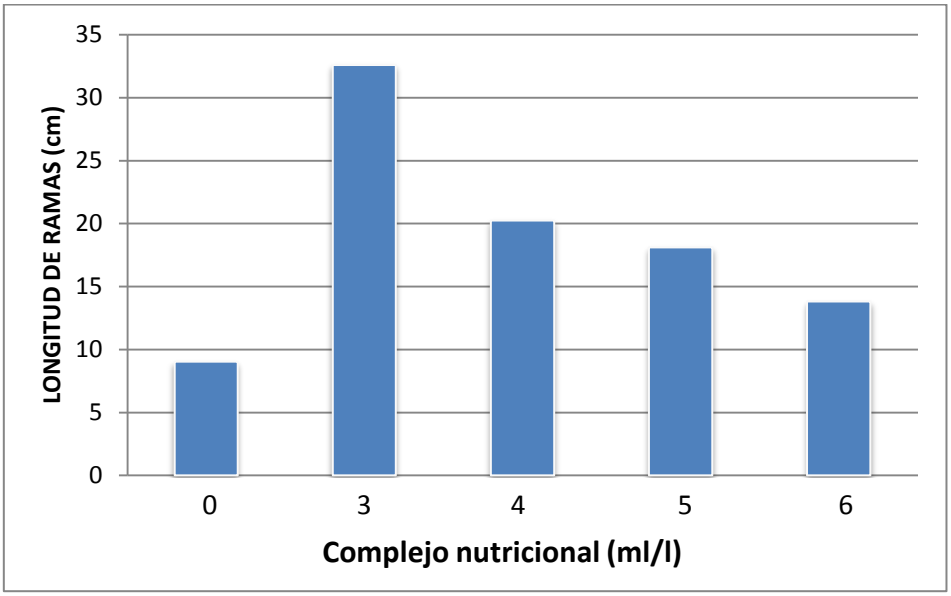


Figura 1. Respuesta de los árboles de nogal pecanero con diferentes dosis de Poliquel multi, en la longitud de ramas.

Diámetro polar

La figura 2 muestra la diferencia significativa entre los tratamientos mostrándose como mejor el tratamiento *5* ml^{-1} de poliquel multi y el tratamiento *3* ml^{-1} de poliquel multi seguidos por el tratamiento *0* ml^{-1} de poliquel multi y por último el tratamiento *4* ml^{-1} de poliquel multi que fue el

de menor respuesta. Entre el tratamiento 0 ml^{-1} de poliquel multi y *5* ml^{-1} de poliquel multi existe una diferencia numérica del 72.2% que demuestra la efectividad de la aplicación del producto.

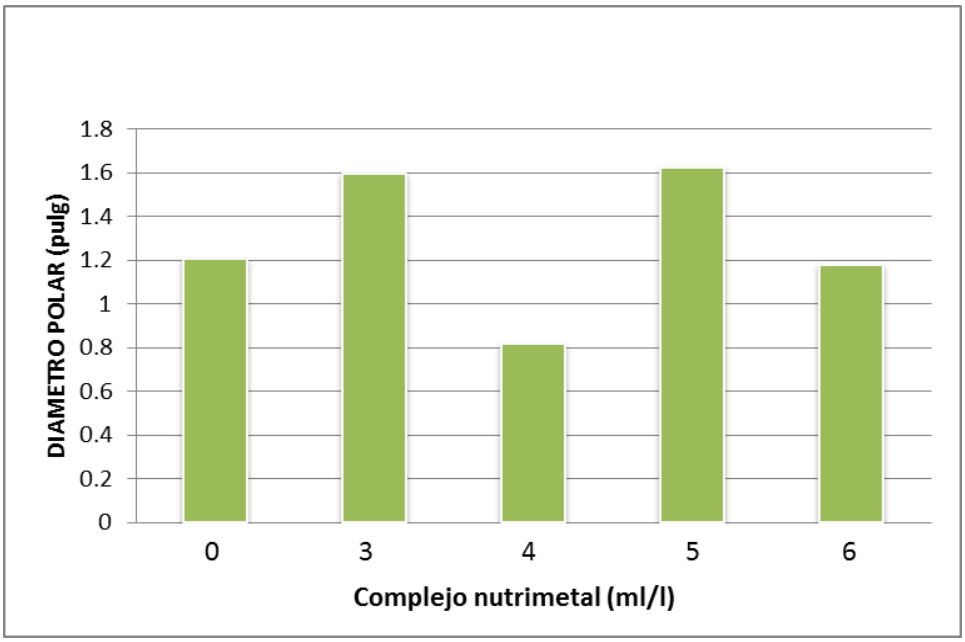


Figura 2. Respuesta de los árboles de nogal pecanero con diferentes dosis de Poliquel multi, en el diámetro polar.

Porcentaje de almendra

La figura 3 muestra la diferencia significativa entre los tratamientos donde se obtuvo un mejor resultado por parte del tratamiento *3* ml^{-1} de poliquel multi (63.4%) seguido del tratamiento *0* ml^{-1} de poliquel multi mostrando una diferencia numérica de 13.8 %. El porcentaje de almendra es muy aceptable de acuerdo a lo reportado por Esquer (2010) quien señala que con el uso de riego por goteo el % de almendra puede llegar cercano al 60% algo muy favorable ya que el nivel comercial requerido es de 53 al 55%. Datos que corrobora Sánchez en 2009, cuando señala que todos los tratamientos con N estuvieron cerca del valor reportado por Lagarda *et al.* (1998), que es de 55% de porcentaje de nuez comestible, lo que indica que la cantidad de nuez comestible producida en la región de Chihuahua con la variedad Western Schley es bueno.

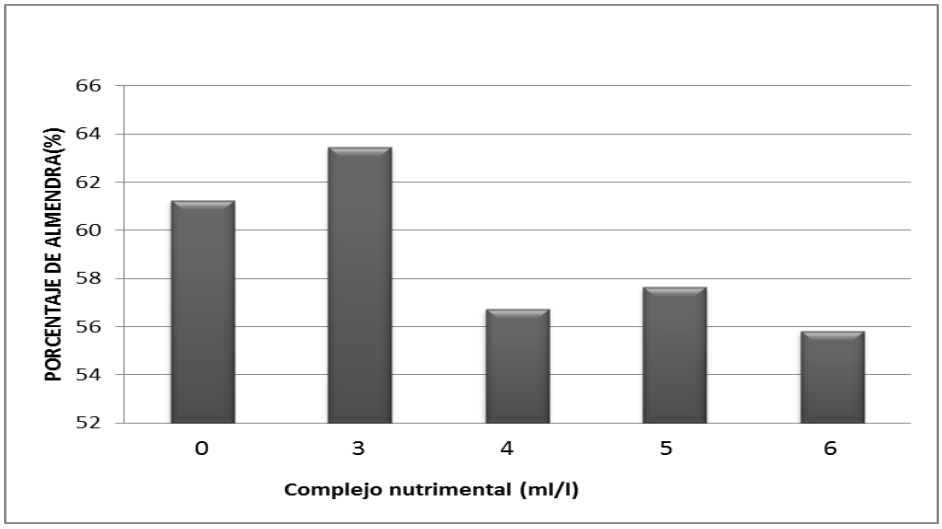


Figura 3. Respuesta de los árboles de nogal pecanero con diferentes dosis de Poliquel multi en porcentaje de almendra

CONCLUSIONES

De acuerdo al experimento y al análisis estadístico se concluye que el uso de poliquel multi en el cultivo del nogal es efectivo a una dosificación de *3* ml^{-1} de poliquel multi ya que de acuerdo al peso, crecimiento foliar y crecimiento del producto (nuez) se comprueban los efectos positivos de la aplicación del Poliquel multi.

BIBLIOGRAFÍA

Diccionario de especialidades agronómicas 2010.

Esquer Parra L A. 2010. Factores que influyen en la productividad del nogal pecanero. XI Simposio internacional de nogal pecanero Hermosillo, Sonora Septiembre de 2010.

Lagarda, M. A., M. D. C. Medina, and J. Arreola. 1998. Productive performance of 14 pecan cultivars in the arid zone of the North of Mexico. pp. 194-200. *In*: Third National Pecan Workshop Proceedings. Las Cruces, NM, USA.

Medina M, M.C.1998. Marco de referencia regional del cultivo del nogal en la Comarca Lagunera. Matamoros Coahuila., CAELALA-CIAN-INIAN. Informe de investigación del Nogal.

Medina-Morales, M. 2002. Normas DRIS preliminares para nogal pecanero. Terra 22(4):445-450.

Ojeda, D. L.; Reyes A.; Ramírez, H.; Lagarda, A.; Chávez, F. J.; Uvalle J. X.; Rivero, R. M.; Romero, L. 2003. Uso eficiente de la fertilización nitrogenada en el cultivo del nogal pecanero, Carya illinoensis (Wangenh) K. Koch; Granada, España; 120 p.

http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/2005, 2008.

Sánchez, Esteban, Soto, Juan M., Sosa-Cerecedo, Manuel, Yáñez, Rosa M., Muñoz, Ezequiel, Anchondo, Álvaro. Eficiencia de uso del nitrógeno en nogal pecanero. Terra Latinoamericana [en linea] 2009, 27 (Octubre-Diciembre) : [Fecha de consulta: 3 de agosto de 2015] Disponible en:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57313040005> ISSN

Tarango, R. S. H., 2004. Manejo del nogal pecanero con base en su fonología, Folleto Técnico No 17 del INIFAP- Delicias. Centro de investigaciones regionales norte centro campo experimental Delicias, agosto del 2004, Chihuahua, México.Pp 35.

PRODUCCIÓN ANIMAL

FORRAJE MOLIDO EN EL CONCENTRADO INICIADOR SOBRE EL PESO DE BECERROS HOLSTEIN EN CRIANZA

***J. Salomé Saucedo Quintero[1], Ernesto Avelar Lozano[1], Leonel Avendaño Reyes[1], Juan Manuel Gómez Vega[1], Mayela Patricia Gallegos de la Hoya.[2]**

Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad autónoma de Baja California[1]. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UniKversidad Juárez del Estado de Durango[2] Domicilio Conocido, Boulevard a Delta s/n, Ejido Nuevo León, B. C. Email: jssaucedo@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

El consumo de alimento sólido es vital para que el ternero realice de un animal prerumiante a un rumiante funcional. Sin embargo, existe controversia en lo conserniente al nivel de forraje que las dietas deberan contener (Montoro, 2013). El consumo de forraje promueve el desarrollo muscular del rumen (Tamate *et al*., 1962; Hamada *et al*., 1976) y estimula la rumiación y el flujo de saliva hacia dentro del rumen (Hodgson, 1971). Sin embargo, la digestion del forage por parte de los microorganismos ruminales no prove de suficiente concentración de acidos grasos volatiles (AGV) del rumen, especialmente butírico, ya que require del óptimo desarrollo de las papilas ruminales. La fermentación por el concentrado iniciador proporciona acido butirico necesario para estimular el desarrollo de las papilas ruminales, pero también estos alimentos pueden promover la queratinización dee las papilas ruminales en becerros y corderos (Thompson *et al*., 1958; Nocek *et al*., 1980). Los sistemas de alimentación de los becerros lecheros tienen como fin el facilitar el desarrollo ruminal a la brevedad posible mediante la utilización de cantidades reducidas de alimento líquido (leche o sustitutos) e introducir dieta sólida como concentrado iniciador y forrajes, para contribuir al desarrollo de la digestión ruminal y reducir el costo de alimentación (Medina, 1994). El temprano ofrecimiento de concentrado iniciador al los becerro lecheros en la primer semana de vida es estimular el desarrollo ruminal y por medio de esto resultar en un destete temprano (Joslin *et al*., 2002). La cantidad necesaria de la fibra en la dieta de los becerros jóvenes no está claro (Klein *et al*., 1987). Estudios que investigaron el uso del forraje en raciones de iniciación encontraron resultados inconsistentes. Varios investigadores concluyeron que agregar forraje a la dieta aumenta consumo de concentrado iniciador (Kincaid, 1980; Thomas y Hinks., 1982; Stobo *et al*., 1985). Sin embargo, otros obtuvieron un impacto negativo sobre el consumo de raciones de iniciación. (Hibbs *et al.*, 1956; Whitaker *et al.*, 1957; Leibholz, 1975). El tamaño de la partícula en la ración influye en el medio ambiente ruminal, producción de ácidos grasos volátiles, y en la estructura y función de las papilas. Las dietas que son picados o molidos a tamaños de partículas finas disminuyen el pH del rumen y las población de bacterias celulolíticas (Beharka *et al*., 1998), esta disminución

en el pH es causada por una falta de rumiación y saliva que fluya hacia el rumen en becerros y vacas maduras (Kellaway *et al.,* 1977; Santini *et al.,* 1983). Las papilas ruminales de los animales que recibieron las pequeñas partículas de forraje tuvieron incrementada la queratinización (McGavin y Morrill, 1976a). Esta disminución de tejido activo resulta en la disminución de la absorción de AGV (Hinders y Owen, 1965; Nocek *et al.,* 1980; Greenwood *et al.,* 1997b). Las papilas comenzar a ramificarse para compensar la pérdida actividad metabólica del tejido (McGavin y Morrill, 1976b; Greenwood *et al.,* 1997b; Beharka *et al.,* 1998). El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos del 15 % de alfalfa molida (*Medicago sativa L*.) mezclada en el concentrado iniciador sobre el peso de becerros Holstein desde el nacimiento a 60 días de edad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Unidad Experimental Bovinos de Leche del Instituto de Ciencias Agrícolas de la UABC, ubicado en el Ejido Nuevo León, B.C., a 42 km al SE de Mexicali, B.C. Se utilizaron 60 becerros Holstein (n=26 hembras y n=34 machos) nacidos de Agosto de 2011 a Marzo del 2012). Los becerros tanto hembras y machos se distribuyeron en forma aleatoria a los siguientes tratamientos, ingresando a los dos días de edad: Grupo 1 con 31 animales (n=13 hembras y n=18 machos) consumieron concentrado iniciador (14.8 % PC) *ad libitum*; Grupo 2 con 29 animales (n=13 hembras y n=16 machos) consumieron concentrado iniciador (15.46 % PC) el cual contenía 15 % de alfalfa molida mezclada en el concentrado iniciador *ad libitum* (Cuadro 1). Todos los becerros después del nacimiento fueron separados de las madres y alojados en jaula individual en sala de crianza, donde se les proporcionaron 2 L de calostro a 6 y 12 horas de nacidos, posteriormente se les proporcionaron 2 L de leche entera cada 12 horas hasta el destete (60 d de edad). Se registró el peso de los becerros al nacimiento (PN), y 60 d (P60) de edad para estimar su peso, la ganancia diaria (GDP) y la ganancia de peso total (GPT). La información se analizó mediante análisis de varianza usando el procedimiento GLM (General Linear Models) del programa estadístico SAS (2002).

Cuadro 1. Composición de la dieta en base seca en el grupo 1 (Concentrado Iniciador), grupo 2 (Concentrado Iniciador + 15 % de alfalfa molida).

Componente	Grupo 1 (%)	Grupo 2 (%)	Alfalfa Molida (%)
Materia Seca	92.54	92.47	89.56
Humedad	7.46	7.53	10.44
Proteína Cruda	14.78	15.46	18.91
Cenizas	4.21	8.85	10.83
Extracto Etéreo	1.34	1.90	1.44
Fibra Detergente Neutra (FDN)	11.83	15.63	44.04
Fibra Detergente Acida (FDA)	5.72	7.74	35.93

Laboratorio de Nutrición Animal del ICA-UABC

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se presentan las medias y desviación estándar de los resultados de los becerros 60, (n= 26 hembras y n= 34 machos) sobre PN (37.8461 ± 5.8288 y 39.6764 ± 7.3473 kg), P60 d (61.6923 ± 7.2375 y 63.8823 ± 7.9535 kg), GDP (0.4111 ± 0.1093 y 0.4173 ± 0.0955 kg) y GPT (23.8461 ± 6.3415 y 24.2058 ± 5.5420 kg) de los becerros hembras y machos en este estudio, respectivamente, en los cuales no se encontró diferencias significativas (P>.05). Las medias y desviación estándar de los resultados sobre PN y P60 d en animales bajo estudio (Grupo1 y 2), se presentan en el Cuadro 3. El PN en ambos grupos bajo estudio no se encontraron diferencias significativas (P> 0.05), de los cuales resultaron los siguientes promedios, 40.8479 ± 1.2972 y 38.6940 ± 1.3166 kg en terneros que consumieron concentrado iniciador y los que consumieron este mezclado con 15 % de alafalfa molida, respectivamente.

Cuadro 2. Media y desviación estándar de peso al nacimiento (PN), peso a 60 días (P60), ganancia diaria de peso (GDP) y ganancia de peso total (GPT) desde el nacimiento hasta 60 días de esdad en los animals bajo estudio.

Sexo	Numero Animales	PN	P60	GDP	GPT
		Media ± DS	Media ± DS	Media ± DS	Media ± DS
Hembras	26	37.8461±5.8288	61.6923±7.2375[a]	0.4111±0.1093[a]	23.8461±6.3415[a]
Machos	34	39.6764±7.3473	63.8823±7.9535[a]	0.4173±0.0955[a]	24.2058±5.5420[a]
Total Animales	60	60	60	60	60

[a] Letras iguales en columna indica diferencia no significativa (P>.05).

Cuadro 3. Media y desviación estándar de peso al nacimiento (PN), peso a 60 días de edad (P60) en animales bajo estudio.

Tratamiento	Número de Animales	PN	P60
		Media ± DS	Media ± DS
Grupo 1	31 (H=13 y M=18)	40.8479 ± 1.2972[a]	63.2794 ± 1.5496[a]
Grupo 2	29 (H=13 y M=16)	38.6940 ± 1.3166[a]	61.9742 ± 1.5728[a]
Total de Animales	60	60	60

[a] Letras iguales en columna indica diferencia no significativa (P>.05).

El peso a 60 d en ambos grupos tambien no presento diferencias significativas (P> 0.05), resultando los siguientes promedios 63.2794 ± 1.5496 y 61.9742 ± 1.5728 kg in Grupo 1 y 2, respectivamente. En el Cuadro 4, se presentan la media y desviación estándar de la GDP y GPT desde el nacimiento hasta los 60 días de edad en los animals bajo studio (grupo 1 y 2). La GDP, no se encontró diferencia significativa (P> .05) resultando los siguientes promedios, de 0.3867 ± 0.0277 y 0.4013 ± 0.0200 kg en grupo 1 y 2, respectivamente. Un similar comportamiento se presentó en la GPT, el cual fué de 22.4314 ± 1.1448 y 23.2801 ± 1.1620 kg en grupo 1 y 2, respectivamente. Coverdale *et al.* (2004), obtuvieron bajos promedios a 60 d cuando incluyeron al concentrado iniciador de 7.5 a 15 % heno de bromegrass molido que el concentrado iniciador solo. Sin embargo Greenwood *et al,* (1997b) obtuvieron mayores pesos cuando incluyeron 15% heno de bromegrass molido mezclado al concentrado iniciador. También Beharka *et al.* (1998), incluyeron 25% alfalfa molida al concentrado iniciador y obtuvieron mayor peso al destete. Coverdale *et al.* (2004) obtuvieron promedios de GDP mas bajos que los encontrados en este estudio, cuando incluyeron en el concentrado iniciador 7.5 and 15% heno molido de bromegrass que el concentrado iniciador solo. Mientras que en otros estudios Montoro *et al.* (2013) obtuvieron mejores promedios que los encontrados por nosotros. Aunque no se encontraron diferencias estadisticas en GDP y GPT, también se se observa una ligera tendencia positiva en el grupo que consumieron concentrado iniciador. Es necesario realizar trabajos de investigación encaminados a la busqueda del nivel de forrage adecuado en las dietas de concentrado iniciador. Este estudio ponen de manifiesto que tanto la incorporación de forraje y el tamaño de partícula puede influir en la ingesta y el comportamiento de los terneros. El adicionar forraje molido en concentrado iniciador puede ser una manera de reducir costos de alimentación en becerros en crianza, aunque en este estudio no realizamos en análisis económico. Es necesario seguir trabajando para determinar el nivel y tipo de forraje, para saber los efectos en las dietas de iniciación en becerros lecheros.

Cuadro 4. Media y desviación estándar de la ganancia diaria de peso (GDP) y ganancia de peso total (GPT) desde el nacimiento a 60 días de edad en los animals bajo studio.

Tratamiento	Número de Animales	GDP	GPT
		Media ± DS	Media ± DS
Grupo 1	31 (H=19 and M=13)	0.3867 ± 0.0277[a]	22.4314 ± 1.1448[a]
Grupo 2	29 (H=16 and M=14)	0.4013 ± 0.0200[a]	23.2801 ± 1.1620[a]
Total Animales	60	60	60

[a] Letras iguales en columna indica diferencia no significativa (P>.05).

CONCLUSIONES

Los resultados encontrados en este estudio muestran una positiva tendencia en peso al nacimiento y a 60 días de edad en los becerros cuyo alimento se adicionó con forraje molido, pero no se encontraron diferencias significativas. Probablemente incrementando el número de animales en el experimento podrían observarse los efectos del forraje molido mezclado en el alimento iniciador.

BIBLIOGRAFIA

Beharka, A. A., T. G. Nagaraja, J. L. Morrill, G. A. Kennedy, and R. D. Klemm. 1998. Effect of form of the diet on anatomical, microbial, and fermentative development of the rumen of neonatal calves. J. Dairy Sci. 81:1946–1955.

Coverdale,J.A., H. D. Tyler, J. D. Quigley, III, and J. A. Brumm. 2004. Effect of Various Levels of Forage and Form of Diet on Rumen Development and Growth in Calves. J. Dairy Sci. 87:2554–2562.

Greenwood, R. H., J. L. Morrill, E. C. Titgemeyer, and G. A. Kennedy. 1997b. A new method of measuring diet abrasion and its effect on the development of the forestomach. J. Dairy Sci. 80:2534–2541.

Hamada, T., S. Maeda, and K. Kameoka. 1976. Factors influencing growth of rumen, liver, and other organs in kids weaned from milk replacers to solid foods. J. Dairy Sci. 59:1110–1118.

Hibbs, J. W., H. R. Conrad, W. D. Pounden, and N. Frank. 1956.Ahigh roughage system for raising calves based on early development of rumen function. VI. Influence of hay to grain ration on calf performance, rumen development, and certain blood changes. J. Dairy Sci. 39:171–179.

Hinders, R. G., and F. G. Owen. 1965. Relation of ruminal parakeratosis development to volatile fatty acid absorption. J. Dairy Sci. 48:1069–1078.

Hodgson, J. 1971. The development of solid food intake in calves. 1. The effect of previous experience of solid food, and the physical form of the diet, on the development of food intake after weaning. Anim. Prod. 13:15–24.

Kellaway, R. C., D. J. Thomson, D. E. Beever, and D. F. Osbourn. 1977. Effects of NaCl and NaHCO3 on food intake, growth rate, and acid-base balance in calves. J. Agric. Sci. (Camb.) 88:1–9.

Kincaid, R. L. 1980. Alternate methods of feeding alfalfa to calves. J. Dairy Sci. 63:91–94.

Klein, R. D., R. L. Kincaid, A. S. Hodgson, J. H. Harrison, J. K. Hillers, and J. D. Cronrath. 1987. Dietary fiber and early weaning on growth and rumen development of calves. J. Dairy Sci. 70:2095–2104.

Leibholz, J. 1975. Ground roughage in the diet of the early-weaned calf. Anim. Prod. 20:93–100.

McGavin, M. D., and J. L. Morrill. 1976a. Dissection technique for examination of the bovine rumenoreticulum. J. Anim. Sci. 42:535–538.

McGavin, M. D., and J. L. Morrill. 1976b. Scanning electron microscopy of ruminal papillae in calves fed various amounts and forms of roughage. Am. J. Vet. Res. 37:497–508.

Medina, C.M. 1994. Medicina Productiva en la Crianza de Becerras Lecheras. (1ra Ed.). Ed. LIMUSA. México, D.F.

Montoro C , E. K. Miller-Cushon , T. J. DeVries , and A. Bach. 2013A. Effect of physical form of forage on performance, feeding behavior, and digestibility of Holstein calves. J. Dairy Sci. 96 :1117–1124.

Nocek, J. E., J. H. Herbein, and C. E. Polan. 1980. Influence of ration physical form, ruminal degradable nitrogen and age on rumen epithelial propionate and acetate transport and some enzymatic activities. J. Nutr. 110:2355–2364.

Santini, F. J., A. R. Hardie, N. A. Jorgensen, and M. F. Finner. 1983. Proposed use of adjusted intake based on forage particle length for calculation of roughage indexes. J. Dairy Sci. 66:811–820.

SAS institute Inc. 2002. SAS/STAT User ‘s Guide, Version 6. SAS Institute, Inc., Cary, NC.

Stobo, I. J. F., C. S. Lucci, J. H. B. Roy, and M. W. Perfitt. 1985. Comparison of high-energy pellets containing processed fibre with a coarse concentrate mixture in relation to the development of solid food intake in the calf. Anim. Prod. 40:570.

Tamate, H., A. D. McGilliard, N. L. Jacobson, and R. Getty. 1962. Effect of various dietaries on the anatomical development of the stomach in the calf. J. Dairy Sci. 45:408–420.

Thomas, D. B., and C. E. Hinks. 1982. The effect of changing the physical form of roughage on the performance of the early-weaned calf. Anim. Prod. 35:375–384.

Thompson, G. B., L. D. Kintner, and W. H. Pfander. 1958. Some effects of ration preparation on alterations of the rumen mucous membrane. J. Anim. Sci. 17:1220–1224.

Whitaker, R. T., W. J. Miller, J. L. Carmon, and H. L. Dalton. 1957. Influence of level and source of crude fiber in calf starters on weight and feed consumption. J. Dairy Sci. 40:887–892.

ACIDOS GRASOS VOLÁTILES EN BECERROS SUPLEMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE UN PRECURSOR GLUCOGÉNICO

Jay Dennise Carrillo Herrera[1], Manuel Murillo Ortiz[2], Esperanza Herrera Torres[2*] Osvaldo Reyes Estrada[2]

[1]Alumna de la Maestría Institucional en Ciencias Agropecuarias y Forestales de la UJED. [2]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, *hetoes99@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

El empleo de aditivos alimenticios en el ganado de engorda es una actividad que se realiza con el objetivo de incrementar la eficiencia en la producción y el desempeño del animal. Entre los principales aditivos alimenticios que se utilizan en dietas para ganado bovino en engorda intensiva se encuentran: cultivos de levaduras, enzimas fibrolíticas y los ionóforos (Murillo *et al*., 2001). Los precursores glucogénicos influyen en la dinámica de la fermentación, debido a los cambios en los metabolitos intermediarios requeridos en el metabolismo oxidativo, los cuales afectan el empleo de la energía (Mulliniks *et al.,* 2011). El uso de precursores glucogénicos es una de las alternativas para controlar la fermentación ruminal en las dietas de rumiantes, los cuales contribuyen a la suplementación de niveles de energía más cercanos a los requeridos por los animales de alta producción, e incluso mejorar la utilización de la energía digestible (Hess *et al*., 2008). De tal manera, que la suplementación con propionato de sodio incrementó la concentración de propionato y redujo la de acetato en becerros suplementados con precursores glucogénicos (Sánchez *et al.,* 2014), mientras que la concentración de amoníaco disminuyó en borregos suplementados con propionato de sodio (Madoka *et al.,* 1994). Actualmente se ha introducido en dietas para ganado de engorda un sustrato glucogénico elaborado con 1,2 propanodiol y propionato de calcio el cual podría mejorar la relación acetato:propionato, así como incrementar la concentración de ácidos grasos totales a nivel ruminal. Sin embargo, no existe información acerca del efecto de este aditivo en dichas variables. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la suplementación con un precursor glucogénico en la producción de ácidos grasos volátiles ruminales de novillos en engorda.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La prueba metabólica y los análisis de laboratorio se realizaron en las Instalaciones de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango ubicada en el km 11.5 de la carretera Durango-Mezquital a 23 º 51’ N y 104 º 15’ O a 1730

msnm. Con una temperatura y precipitación media anual de 17.5 ºC y 450 mm respectivamente (INEGI, 2004).

Las dietas se proporcionaron a las 0800 h y 1500 h y se formularon para cubrir los requerimientos de proteína y energía de bovinos (NRC, 2000). Las dietas y los rechazos se pesaron diariamente.

Animales experimentales

Para realizar la prueba de metabolismo se utilizaron 4 novillos fistulados de rumen con un peso promedio de 700 kg ±100, los cuales estaban alojados en corraletas individuales de 6 X 16 m provistas de bebederos y comederos individuales. Antes de iniciar la prueba los novillos fueron vacunados, desparasitados y vitaminados. Los animales se alimentaron con cuatro dietas experimentales que se muestran en el Cuadro 1. Las dietas fueron isoproteícas y balanceadas de acuerdo a los requerimientos nutricionales de novillos (NRC, 2000). Las dietas experimentales se proporcionaron dos veces al día (8:00 y 15:00 h).

Diseño experimental, obtención y manejo de las muestras

El experimento duró 44 d, dividido en cuatro períodos de 11 d. Los primeros 10 d son de adaptación a la dieta experimental. Los días 11, 21, 31 y 41 de cada período de muestreo se recolectaron 100 ml de líquido ruminal de cada novillo.

Cuadro 1. Composición de la dietas y tratamientos experimentales

	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
Heno de alfalfa (%)	15.0	15.0	15.0	15.0
Heno de avena (%)	15.0	15.0	15.0	15.0
Harinolina (%)	20.0	20.0	20.0	20.0
Maíz rolado (%)	47.0	47.0	47.0	47.0
Mezcla mineral (%)	1.0	1.0	1.0	1.0
Carbonato de calcio (%)	2.0	2.0	2.0	2.0
Monensina (g)[a]	2	2	2	2
Sustrato Glucogénico (g/a/d)	0	20	40	60

Composición Nutricional (BS)				
ENm (Mcal/Kg)	1.79	1.79	1.79	1.79
ENg (Mcal/Kg)	1.12	1.12	1.12	1.12
TND (%)	80.0	80.0	80.0	80.0
PC (%)	13.5	13.5	13.5	13.5
EE (%)	4.0	3.0	2.6	2.0
FDN (%)	51.5	47	41.9	33.9
Ca (%)	1.18	1.18	1.18	1.18
P (%)	0.45	0.45	0.45	0.45

El líquido ruminal se filtró y se tomaron 10 ml los cuales fueron acidificados con 2.5 ml de H_3PO_4 para AGV (Galyean, 1997). La concentración de AGV se obtuvo mediante cromatografía de gases en un equipo Agilent Technologies a 6890 N.

Análisis estadístico

Las concentraciones de AGV se analizaron con un cuadrado latino con un arreglo factorial 4 x 4. Los factores evaluados fueron los niveles del sustrato glucogénico (tratamiento) y los tiempos de muestreo. El modelo incluyó los efectos de tratamiento, tiempos de muestreo y la interacción entre ambos. Como efecto aleatorio se consideró el animal anidado dentro del tratamiento. En el análisis de los datos se utilizó el procedimiento MIXED de SAS (2003). Para separar las medias mínimas cuadráticas se utilizó la opción PDIFF.

RESULTADOS Y DISCUSION

La interacción nivel tratamiento por tiempo fue significativa para la concentración de AGV (Cuadro 2, $P<0.05$). Además, a las 0, 4 y 8 h de muestreo la concentración de acetato fue mayor en los animales suplementados con 20 g (T2) del precursor glucogénico, mientras que a las 12 h la mayor concentración se presentó en los animales suplementados con 40 g (T3) ($P<0.05$). Mientras que, la concentración de propionato se incrementó 66.87% a las 4 h con la adición de 20 g del precursor glucogénico (T2) y 70.22% y 82.13% a las 8 y 12 h en T3 ($P<.0001$). Así mismo, el butirato presentó una disminución del 114.74% a las 0 h en T3 con respecto a T1. Por el contrario, con la adición de 20 y 40 g a las 4 y 12 h aumentó 94.93% y 70.98% respectivamente. Resultados similares a los de este estudio fueron reportados por Ghorbani *et al.* (2002), quienes registraron una disminución en la concentración de acetato en ganado de carne suplementado con propinobacterium (55.9 mMol/100 moles). De la misma

manera, Sanchez *et al.* (2014) detectaron una disminución en la concentración de acetato y un incremento en el propionato en ganado alimentado a base de forraje de baja calidad y suplementado con propinobacterium ácido propiónico. Esta disminución se presenta cuando se adicionan concentrados a las raciones a base de forraje, la cual es compensada con un aumento en la de propiónico o de butírico. Es decir, la tasa de producción de propionato y otros AGV está directamente relacionada con el consumo de sustratos fermentables donde la síntesis de propionato es favorecida por la fermentación de los almidones por las bacterias amilolíticas (Van Soest, 1994).

Cuadro 2. Medias mínimas cuadráticas de la concentración de ácidos grasos volátiles en novillos suplementados con un precursor glucogénico.

Tiempo; h	T1	T2	T3	T4	MEDIA	EE	P<
Acetato; mM/100 moles							
0	44.13^{b}	65.66^{a}	51.76^{b}	58.30^{b}	54.24	5.6	<0.0025
4	67.34^{b}	86.02^{a}	74.34^{b}	82.63^{b}	77.58	5.6	<0.0025
8	48.76^{a}	61.32^{a}	61.45^{a}	56.60^{a}	65.49	5.6	<0.0025
12	56.74^{b}	60.73^{b}	74.42^{a}	66.69^{b}	66.06	5.6	<0.0025
Propionato; mM/100 moles							
0	27.42^{a}	32.02^{a}	35.16^{a}	30.65^{a}	28.64	5.85	<.0001
4	33.03^{b}	55.12^{a}	43.18^{b}	47.66^{b}	36.76	5.85	<.0001
8	24.45^{b}	28.94^{b}	41.62^{a}	31.22^{b}	43.50	5.85	<.0001
12	29.67^{b}	30.97^{b}	54.04^{a}	32.18^{b}	35.43	5.85	<.0001
Butirato; mMol/100 moles							
0	5.39^{a}	6.15^{a}	2.51^{b}	5.68^{a}	4.83	0.87	<.0001
4	5.33^{b}	10.39^{a}	5.64^{b}	5.87^{b}	6.96	0.87	<.0001
8	4.44^{a}	5.93^{a}	3.70^{a}	5.10^{a}	4.74	0.87	<.0001
12	4.17^{b}	5.39^{b}	7.13^{a}	2.99^{b}	4.91	0.87	<.0001

^{ab}Medias con literal diferente no son iguales

La interacción tratamiento por tiempo se registró en la concentración de AGVT (Cuadro 3, P<0.05). La concentración de AGVT disminuyó 50.19% a las 4 h de muestreo en T1 con respecto a T2. Así mismo, con 40 g del precursor glucogénico disminuyó 49.68%. La mayor concentración de AGVT se registró a las 4 h post alimentación, lo cual coincide con Bonner (1974) quien comenta que la mayor concentración de AGV en el rumen se observa después de

que han transcurrido de 3 a 6 horas de la ingesta del alimento, si este es ofrecido una sola vez al día.

Cuando la concentración total de ácidos grasos volátiles en el líquido ruminal es baja, significa que el animal realizó bajos consumos de energía digestible. Si el nivel de amoniaco es también bajo, el consumo de proteínas o el contenido de proteínas degradables de la ración fueron inadecuados. Pedroso (1979) reportó que un índice de actividad ruminal normal en bovinos que consumen ensilado en AGVT de 107±32.6 mMol/L.

Cuadro 3. Medias mínimas cuadráticas de la relación acetato: propionato y la concentración de AGVT en novillos suplementados con un precursor glucogénico.

Tiempo; h	T1	T2	T3	T4	MEDIA	EE	P<
			Acetato:propionato				
0	1.77	2.96	1.60	1.96	1.96	0.37	>0.05
4	2.06	1.84	1.82	1.93	2.22	0.37	>0.05
8	2.01	2.10	1.65	1.97	1.64	0.37	>0.05
12	1.99	1.97	1.47	2.20	2.02	0.37	>0.05
			Ácidos grasos volátiles totales (mM)				
0	76.95[a]	103.84[a]	89.43[a]	94.64[a]	87.73	10.50	<.0001
4	105.72[b]	158.79[a]	123.18[a]	136.18[a]	113.99	10.50	<.0001
8	77.66[a]	96.20[a]	106.78[a]	92.93[a]	113.75	10.50	<.0001
12	90.59[b]	97.10[b]	135.60[a]	101.88[b]	106.41	10.50	<.0001

[ab] Medias con literal diferente no son iguales

CONCLUSIONES

La suplementación con el precursor glucogénico incrementó la producción de ácidos grasos volátiles y disminuyó la relación acetato:propionato ruminal, lo cual puede mejorar el desempeño del animal.

BIBLIOGRAFÍA

Bonner J.M. 1974. Effects of 1,3-butanediol in cows with milk fat depression. Doctoral Thesis. Iowa University. Ames, Iowa. P.20

Ghorbani G.R., Morgavi D.P., Beauchemin K.A. and Leedle J.A.Z. 2002. Effects of bacterial direct-fed microbials on ruminal fermentation, blood variables, and the microbial populations of feedlot cattle. J. anim. Sci. 80:1977-1986

Hess B.W., Moss G.E., Hule D.C. 2008. A decade of developments in the area of fat supplementation research with beef cattle and sheep. J. Anim. Sci. 86:188–204.

INEGI. 2004. Cuaderno Estadístico Municipal, Durango. Estado de Durango. México

Madoka S., Yoshiaki O.B. and Susumu M. 1994. Effects on Nitrogen Kinetics in Sheep of the Supplementation of Sodium Propionate and Sodium Acetate to the Diet. Anim. Sci. Technol. 65:7:593-601

Murillo O.M., Cervantes J., Castro H.L., Sánchez F., Vázquez M.S y Zinn R. 2001. Efecto de Fibrozyme sobre la digestión ruminal y flujo post ruminal de la fracción fibra en dietas de bovinos de carne. En: Biotecnología en la Industria de la Alimentación Animal. Alltech (ed) V VIII. p 49.

NRC. 2000. Nutrient Requeriments of Beef Cattle. Seventh Revised Edition, 1996. National Academy Press. Washington, D.C.

Pedroso A., D., L. G. Nussio, D. R. Santana L., S. F. Paziani, J. L. Ribeiro, L. J. Mari, M. Zopollatto, P. Schmidt, W. R. Soares M., and J. Horii. 2008. Fermentation, losses, and aerobic stability of sugarcane silages treated with chemical or bacterial additives. Sci. Agric. 65(6):589–594..

Sanchez P.H., Tracey L.N., Browne-Silva J., and Lodge-Ivey S.L. 2014. *Propionibacterium acidipropionici* P1691 and glucogenic precursors improve rumen fermentation of low-quality forage in beef cattle. J. Anim. Sci. 92:1738-1746

SAS. 2003. SAS User´s Guide (Release 9.1): SAS Inst, Inc., Cary, NC.

Van Soest P.J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. Cornell University Press, Ithaca, NY.

EVALUACIÓN DE UN PRECURSOR GLUCOGÉNICO EN DIETAS DE FINALIZACIÓN PARA BECERROS EN CORRAL DE ENGORDA

Brenda Martínez Hernandez[1*], Manuel Murillo Ortiz[2], Esperanza Herrera Torres[2], Jay D Carrillo Herrera[3], Leslie Berumen Hernandez[4]

[1*]Alumna de la licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UJED. [2]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, [3]Alumna de la Maestría Institucional en Ciencias Agropecuarias y Forestales de la UJED. [4]Alumna del Doctorado Institucional en Ciencias Agropecuarias y Forestales de la UJED.
*brendafmvz90@hotmail.com,

INTRODUCCIÓN

La producción de carne en corrales de engorda se caracteriza por los altos costos de alimentación del ganado (70 % del total de los costos de producción), por lo que una alternativa para optimizar estos sistemas de producción es el empleo de nuevos alimentos o suplementos alimenticios en las dietas de bovinos. De tal manera que, la biotecnología aplicada a la nutrición animal, ha generado una serie de aditivos alimenticios cuya función biológica es mejorar la actividad de los microorganismos del rumen y de esta forma incrementar la eficiencia de utilización de los nutrientes aportados por la dietas consumidas por los bovinos en corrales de engorda. Entre los principales aditivos alimenticios que se utilizan en dietas para ganado bovino en engorda intensiva se encuentran levaduras, enzimas fibrolíticas y ionoforos (Murillo *et al*., 2000; Murillo *et al*., 2001). La función de los aditivos alimenticios en las dietas de ganado en engorda es incrementar las ganancias de peso y la conversión alimenticia.

Actualmente, se ha introducido en la alimentación animal un sustrato gluconeogénico el cual es el resultado de un desarrollo biotecnológico, basado en sustratos glucogénicos, que proporcionan al ganado precursores de glucosa además de que activan y estimulan las vías metabólicas que producen energía y diversos metabolitos cuya función es la utilización de los ingredientes de una ración (carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas y minerales), llevando a los animales a expresar su máximo potencial genético, de acuerdo a su función zootécnica. En México, la evaluación de este tipo de aditivos en la alimentación del ganado es incipiente y resulta relevante su evaluación en dietas de crecimiento y finalización de ganado bovino en corral de engorda. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar los efectos de un precursor glucogénico sobre el rendimiento productivo de becerros en corral de engorda.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción y localización del área de estudio

El presente estudio se realizó en un corral de engorda ubicado en el Ejido de Praxedis Guerrero (La Loma), situado en el km 12.5 de la carretera Durango-Mezquital, a una altitud de 1890

msnm y con temperaturas promedio de 31°C durante los meses de mayo y junio y de 1.7°C en el mes de enero. La precipitación media anual es de 450 mm (INEGI, 2004).

Animales y dietas experimentales

La prueba tuvo una duración de 90 días y se utilizaron 16 becerros de clase comercial cruzados de diferentes razas de ganado bovino (*Bos taurus* y *Bos Indicus*) de un peso promedio de 260 ± 5 Kg. Al ingreso al corral de engorda, los becerros se pesaron, desparasitaron, vitaminaron y vacunaron y se alojaron en corraletas individuales de 3x6 m provistas con bebederos y comederos. Las dietas experimentales fueron isonitrogenadas e isoenergéticas y se formularon de acuerdo a los requerimientos para bovinos de carne en crecimiento propuestos por la NRC (2000). La composición de las dietas y su perfil nutricional se muestra en el Cuadro 1.

Tratamientos experimentales

Los tratamientos evaluados consistieron en 4 niveles de un sustrato glucogénico comercial (0, 20 , 40 y 60 g a/d) y un testigo. La cantidad de sustrato glucogénico se mezcló con los ingredientes de las dietas. Las dietas se proporcionaron a los animales en dos horarios 7:00 h am y 19:00 h pm. El consumo de cada dieta se restringió al 2.8 % del peso vivo de los animales.

Fases de la engorda y variables de respuesta.

En principio los animales fueron sometidos a fase de iniciación de 15 días en la cual la proporción de forraje fue de 50%, concentrado 50% de las dietas ofrecidas al ganado. Enseguida, se continuó con una fase de transición de 15 días en la cual los animales recibieron dietas con proporciones de forraje y concentrado de 35 %:65 %. Al término de la fase de transición, de inmediato se continuó con una fase de finalización de 90 días en la cual los animales recibirán dietas con proporciones de forraje y concentrado de 30%:70 %. Cada 14 días los animales se pesaron con el propósito de obtener la ganancia diaria de peso y ajustar los consumos individuales de materia seca de cada dieta.

Cuadro 1. Composición de la dietas y tratamientos experimentales

	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
Heno de alfalfa (%)	15.0	15.0	15.0	15.0
Heno de avena (%)	15.0	15.0	15.0	15.0
Harinolina (%)	20.0	20.0	20.0	20.0
Maíz rolado (%)	47.0	47.0	47.0	47.0
Mezcla mineral (%)	1.0	1.0	1.0	1.0
Carbonato de calcio (%)	2.0	2.0	2.0	2.0
Rumensin (g)[a]	2	2	2	2
Sustrato glucogénico (g/a/d)	0	20	40	60
Composición Nutricional (BS)[b]				
ENm (Mcal/Kg)	1.79	1.79	1.79	1.79
ENg (Mcal/Kg)	1.12	1.12	1.12	1.12
TND (%)	80.0	80.0	80.0	80.0
PC (%)	17.2	17.2	17.2	17.2
EE (%)	3.0	3.0	3.0	3.0
FDN (%)	25.5	25.5	25.5	25.5
Ca (%)	1.18	1.18	1.18	1.18
P (%)	0.45	0.45	0.45	0.45

[a]Monensina adicionada en 2 g a/d/d

[b]Valores tabulares generados con el programa NRC (2000)

Para el cálculo del consumo de materia seca de los animales, los últimos diez días de cada mes de prueba, se tomaron muestras del alimento rechazado por cada animal. Con la ganancia diaria de peso y el consumo de materia seca de los animales se estimó la conversión alimenticia (Kg de MS consumida /Kg de peso incrementado) y la eficiencia alimenticia (kg de peso incrementado/ Kg de MS consumida).

Análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar con 4 tratamientos (dietas) y 4 repeticiones (becerros). Las tendencias de las variables de repuesta se analizaron con contrastes

ortogonales (Snedecor y Cochran, 1989). En el análisis estadístico se utilizó el procedimiento MIXED de SAS (1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 2 se muestran las variables de comportamiento productivo de los becerros registradas durante el periodo de engorda. El PF fue diferente entre tratamientos (P<0.05). El PF más alto se obtuvo con la adición de 20 g de sustrato glucogénico (T2); mientras que el PF más bajo se registró con la adición de 60 g de sustrato glucogénico en la dieta (T4). De igual modo, el PF mostró una tendencia cuadrática con el incremento del nivel de sustrato glucogénico en la dieta (P<0.05). El máximo PF se registró hasta el nivel de 20 g de sustrato glucogénico en la dieta, enseguida mostró una tendencia a disminuir. La máxima GDP se obtuvo con la adición de 20 g de sustrato glucogénico a la dieta pero estadísticamente fue igual a la GDP obtenida con 40 g de sustrato glucogénico (P>0.05).

Cuadro 2. Efecto de un sustrato glucogénico en el rendimiento productivo de becerros durante 90 días de engorda en corral.

	Tratamiento						Contraste	
	1	2	3	4	EDM	P<	Lineal	Cuadrático
PF, kg	478.0^{b}	482.6^{a}	462.3^{c}	454.5^{d}	3.7	0.01	ns	0.05
GDP, kg/d	1.27^{c}	1.54^{a}	1.50^{a}	1.38^{b}	1.2	0.05	ns	0.02
CMS,kg/d	11.4^{a}	11.6^{a}	11.4^{a}	10.8^{a}	1.3	0.61	ns	ns
CA*	8.97^{a}	7.53^{b}	7.60^{b}	7.82^{b}	2.6	0.05	ns	ns
EA g/kg MS	111^{c}	132^{b}	131^{b}	127^{a}	0.15	0.05	ns	ns

Medias mínimas cuadráticas dentro de la hileras con distinta literal son diferentes (P<0.05)

ns= no significativo (P>0.05)

*CMS/GDP

PF=Peso final; GDP=Ganancia diaria de peso; CMS= Consumo de materia seca; CA= Conversión alimenticia; EA= Eficiencia alimenticia

T1= 0g sustrato glucogénico; T2= 20g sustrato glucogénico; T3= 40g sustrato glucogénico; T4= 60g sustrato glucogénico.

EDM=Error estándar de la diferencia entre medias (n=4).

De igual modo, el PF mostró una tendencia cuadrática con el incremento del nivel de sustrato glucogénico en la dieta (P<0.05). El máximo PF se registró hasta el nivel de 20 g de sustrato glucogénico en la dieta, enseguida mostró una tendencia a disminuir. La máxima GDP se

obtuvo con la adición de 20 g de sustrato glucogénico a la dieta pero estadísticamente fue igual a la GDP obtenida con 40 g de sustrato glucogénico (P>0.05). Durante este periodo, la GDP incrementó en 17.5 % con la adición de 20 g de sustrato glucogénico con respecto a la dieta control. No se observaron diferencias en el CMS por efecto de los tratamientos (P>0.05). La mejor CA se obtuvo con adición a la dieta de 20 g de sustrato glucogénico pero estadísticamente fue igual a la CA obtenida con 40 y 60 g de sustrato glucogénico adicionados a la dieta (P>0.05). La mejor EA se registró con la adición de 60 g de sustrato glucogénico a la dieta y fue 39.9 % más alta que la EA de la dieta control (P<0.05).

No se encontraron trabajos en la literatura científica sobre el rendimiento productivo de bovinos en corral de engorda en los que se adicionara a las dietas el aditivo alimenticio que fue utilizado en el presente estudio. Sin embargo, Corona *et al*. (2005) con dietas cuya fuente de forraje fue heno de alfalfa y de concentrado, harinolina y maíz rolado, encontraron valores de GDP, CMS, CA y EA en bovinos en corral de engorda similares a los registrados en este estudio. En contraste, Scott *et al.* (2003) con dietas de finalización evaluadas en becerros en corral de engorda encontraron GDP y EA superiores a las registradas en este estudio. Las diferencias observadas podrían atribuirse a los aportes de proteína cruda, proteína degradable en el rumen y energía de la dietas experimentales consumidas por el ganado en ambos estudios (Núñez *et al*., 2014). Las mejores GDP y CA se obtuvieron con la adición de 20 g de aditivo glucogénico a la dieta. Las variaciones en la respuesta productiva de los animales a los diferentes niveles de sustrato glucogénico adicionado a la dieta, pueden atribuirse a las fases de crecimiento de los animales durante el periodo de engorda.

CONCLUSIONES

Los resultados indican que el aditivo glucogénico evaluado en el presente estudio, es una buena alternativa para ser utilizado en cantidades de 20 y 40 g/animal/dia en dietas de desarrollo y finalización de ganado bovino en corral de engorda.

BIBLIOGRAFIA

Corona, L. S., R. Rodriguez., A. Ware and R. A. Zinn. 2005. Comparative effects of whole, ground, dry-rolled, and steam flaked corn on digestion and growth performance in feed lot cattle. Prof. Anim.Sci.21:200-206.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática Cuaderno Estadístico 2004. INEGI Municipal Durango. Estado de Durango.

Murillo, O. M. y F. Reyes. 2000. Evaluación de Yea Sacc^{1026} en suplementos para bovinos productores de carne apacentados en praderas asociadas de gramíneas y leguminosas. En: Biotecnología en la Industria de la Alimentación Animal. V. VIII. p 91.

Murillo, O. M., J. Cervantes., H. L. Castro., F. Sánchez., S. V. Vázquez y R. Zinn. 2001. Efecto de Fibrozyme sobre la digestión ruminal y flujo postruminal de la fracción fibra en dietas de bovinos de carne. En: Biotecnología en la Industria de la Alimentación Animal. Alltech (ed) V VIII. p 49.

NRC. 2000. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7th edition, National Academy of Sciences. National Research Council. Washington, DC, USA.

Nuñez; A. J. C. T. L Felix., R. P. Lemenager and J. P Schoomaker. 2014. Effect of calcium oxide inclusion in beef feedlot diet containing 60% dried distillers grains with soluble on ruminal fermentation, diet. Digestibility performance and carcass characteristics. J Anim Sci: 92:3954-3965.

SAS. 1996. SAS, Users Guide Statistics. Ver, 6.12. SAS Institute Cary, NC.

Scott, T. L., C. T. Milton., G. E. Erickson., T. J. Klopfenstein and R. A. Stock. 2003. Corn processing method in finishing diets containing wet corn gluten feed. J. Anim. Sci. 81:3182-3190.

Snedecor, G. W and W. G. Cochran. 1989. Statistical Methods. 8th Edition. Iowa State University Press.

EFECTO DEL NIVEL DE GRANOS SECOS DE DESTILERÍA DE MAÍZ MAS SOLUBLES Y FORRAJE SOBRE EL CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS EN LA CARNE DE BECERROS ALIMENTADOS EN CORRAL DE ENGORDA

Esperanza Herrera Torres[1], Manuel Murillo Ortiz[1*], Juan R Esparza Rivera[2], Francisco O Carrete Carreón[1]

[*1]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Carretera Durango-Mezquital Km 11.5. Durango, Dgo, México.
[2]Facultad de Ciencias Químicas (Unidad Gómez Palacio) de la Universidad Juárez del Estado de Durango. muom8@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

Actualmente, el consumo de carne bovino con un alto contenido de grasas saturadas ha sido asociado a graves enfermedades coronarias como la arterioesclerosis. En cierta medida la alta concentración de grasas saturadas en la grasa intramuscular de la carne de bovinos se debe a la biohidrogenacion que sufren en el rumen los ácidos grasos suministrados por la dieta, lo cual tiene como consecuencia que la mayor parte de los ácidos grasos que se absorben en el duodeno se encuentran en forma saturada. De estudios científicos se desprende, que es posible disminuir e incluso evitar la biohidrogenación de los ácidos grasos en el rumen y como consecuencia promover un mayor aporte de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) al duodeno. Las estrategias se centran en incorporar a la dieta de bovinos fuentes alimenticias con altos contenidos de AGPI y resistentes a la hidrogenación ruminal como son las semillas y las pastas de oleaginosas o bien grasas inertes comerciales con altos contenidos de AGPI.

Por otro lado, el crecimiento de la industria de los biocombustibles ha tenido como resultado el incremento en el empleo de granos secos de destilería más solubles (GSDS) en dietas de ganado bovino. La alimentación con GSDS en corrales de engorda es comúnmente utilizada para reducir costos de alimentación. Cuando los GSDS se proporcionan a niveles entre 6 a 15 % de la materia seca de la dieta su principal contribución es como fuente de proteína; mientras que cuando son incorporados en niveles más altos sirven como fuente de energía e incluso pueden reemplazar la energía aportada por el maíz (Klopfenstein, 2001). También, se ha encontrado que los GSDS en dietas de ganado en corral de engorda incrementan el contenido en la carne de ácido linoleico y disminuyen los niveles de ácidos grasos trans indeseables (Yang, *et al.,* 2012). Aunque los mecanismos mediante los cuales los GSDS alteran la composición de los ácidos grasos en la carne requiere dilucidarse más profundamente, parece ser que alteran los patrones de fermentación ruminal, la biohidrogenación ruminal y la síntesis de *novo* en el tejido adiposo (He *et al.,* 2014). El objetivo del presente trabajo fue evaluar los efectos de los granos secos de destilería de maíz más solubles en dietas altas y bajas en forraje

sobre el perfil de ácidos grasos en la grasa intramuscular de la carne de bovinos alimentados en corral de engorda

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en un corral de engorda ubicado en el km 8.5 de la carretera Durango-Parral y en los laboratorios de posgrado e investigación de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia y de la Facultad de Ciencias Químicas (Unidad Gómez Palacio) ambas instituciones de la Universidad la Universidad Juárez del Estado de Durango.

Origen de las muestras y determinación de ácidos grasos de cadena larga

Las muestras de carne que se utilizaron para la determinación de ácidos grasos de cadena larga en la grasa intramuscular de la carne de bovinos corresponden a una engorda de ganado bovino cuya duración fue de 120 días. En esta prueba se utilizaron 16 becerros de clase comercial cruzados de diferentes razas de ganado bovino de un peso aproximado a los 260± 5 Kg los cuales se alojaron en corraletas individuales de 3x6 m provistas con bebederos y comederos. Los becerros se distribuyeron aleatoriamente en grupos de 4 animales para recibir uno de los siguientes cuatro tratamientos: T1: 35 % forraje y 0 % GSDMS; T2: 35 % forraje y 15 % GSDMS; T3: 65 % forraje y 0 % GSDMS; T4: 65 % forraje y 15 % GDSMS. Las dietas experimentales fueron isonitrogenadas e isoenergéticas y se formularon de acuerdo a los requerimientos para bovinos de carne en crecimiento propuestos por la NRC (2000). La composición de las dietas y su perfil nutricional se muestra en el Cuadro 1. Concluidos los 120 días de engorda los animales se sacrificaron en un rastro tipo inspección federal ubicado en la ciudad pecuaria del estado de Durango. Las canales fueron cortadas longitudinalmente y para la determinación de los ácidos grasos de cadena larga se tomaron muestras de la grasa dorsal a la altura de 12^{a} costilla. Las muestras de grasa se congelaron para el posterior análisis de ácidos grasos por cromatografía de gases (Kramer *et al.,* 2008).

Tabla 2. Composición de las dietas experimentales

	Dietas			
% MS	1	2	3	4
Ingredientes				
Heno de alfalfa	35	35	65	65
GSDMS	0	15	0	15
Harinolina	19.0	8.0	11.0	0
Maiz rolado	45.5	41.5	23.5	19.5
Mezcla mineral[1]	0.5	0.5	0.5	0.5
Composición nutricional[2]				
ENmMcal/kg	1.5	1.3	1.4	1.3
ENgMcal/Kg	0.977	0.722	0.966	0.725
CP	17.2	17.0	17.1	17.0
EE	2.3	2.7	2.8	2.1
FDN	40.2	40.2	50.0	52.4
FDA	22.6	22.8	29.7	29.8
Calcio	0.72	0.64	1.1	1.1
Fosforo	0.49	0.41	0.36	0.33

[1]Mezcla mineral conteniendo: Ca, 13.2%; Co, 0.10%; Cu, 1.5%; Fe (ferrous), 10.0%; Fe (ferric), 0.44%; I, 0.20%; Mn, 8.0%; and Zn, 12%.

[2]Basado en los valores tabulares de ingredientes individuales de la NRC (1996).

Análisis estadístico

Los datos se sometieron a un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x2 de tratamientos. El modelo incluyó efectos de nivel de forraje, nivel de grano seco de destilería de maíz y la interacción entre ambos. En el análisis de los datos se utilizó el procedimiento MIXED de SAS (2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto del nivel de GSDMS en dietas altas y bajas en forraje sobre el contenido de ácidos grasos en la grasa intramuscular de becerros en corral de engorda se muestra en el Cuadro 2. No se observaron interacciones entre nivel de forraje y GSDMS en el perfil de ácidos grasos en la grasa intramuscular ($P>0.05$). Sin embargo, se observó que en dietas altas en forraje se incrementaron los contenidos de los ácidos esteárico (C:18:0), octadecanóico (CLA 9c,11t)

gadoleico (C20:1) y de ácidos grasos saturados (P<0.05). En contraste, con la adición de 15 % GSDMS aumentaron los contenidos de los linoleico (C18:2n6C), erucico (C22:1) y de ácidos grasos poliinsaturados (P<0.05). En previas investigaciones Mello et al. (2012) reportan valores similares al presente estudio en los contenidos de los ácidos miristico, (14:0), esteárico (18:0) y araquídico (20:0) cuando se alimentaron con granos de destilería modificados becerros en corral de engorda. En contraste, el contenido reducido de ácidos grasos mononinsaturados (AGMI) en la grasa intramuscular de becerros alimentados con dietas altas en forraje comparado con becerros alimentados con dietas baja en forraje puede atribuirse a las bajas concentraciones de ácido oleico (18:1) (28.7 vs. 30.4 g/100 g; respectivamente). Los resultados observados en los contenidos de los acidos palmitoleico (16:1) y oleico (18:1) fueron similares a los obtenidos por Koger et al. (2010) cuando alimentaron ganado bovino en corral de engorda con diferentes niveles de GSDS. Los incrementos en las concentraciones de los ácidos linoleico y linolenico en becerros alimentados con dietas altas y bajas en forraje puede atribuirse a la protección de la hidrogenación ruminal de los aceites presentes en los GSDS (*Klopfenstein et al.,* 2008).

Cuadro 2. Efecto de GSDMS incluido en dietas altas y bajas en forraje sobre el contenido de ácidos grasos en la grasa intramuscular de becerros en corral de engorda (g/100 g ácidos grasos)

	Nivel de forraje							
	35 %		65 %					
	GSDMS %		GSDMS %		P-valor			
	0	15	0	15	Forage (F)	DDGS (D)	F x D	SEM
C14:0	2.12	2.10	1.55	1.82	0.05	0.52	0.54	0.52
C16:0	19.3	20.1	17.4	18.6	0.11	0.31	0.26	0.31
C18:0	12.7	13.6	18.2	17.8	0.04	0.83	0.71	0.83
C20:0	0.02	0.01	0.04	0.05	0.14	0.91	0.26	0.91
C14:1	0.22	0.28	0.20	0.23	0.12	0.73	0.11	0.02
C16:1- n9	2.26	2.17	2.10	2.19	0.27	0.84	0.47	0.84
C18:1- n9c	31.6	29.2	28.3	29.5	0.51	0.18	0.14	0.18
C18:2- n6c	3.17	5.11	3.64	5.18	0.34	0.01	0.67	0.01
C18:3- n3c	0.13	0.10	0.07	0.09	0.03	0.61	0.71	0.61
CLA 9c,11t	0.07	0.05	0.10	0.17	0.05	0.14	0.58	0.14
C20:1	0.26	0.22	0.47	0.38	0.01	0.22	0.49	0.22

C22:1	0.26	0.35	0.17	0.29	0.15	0.02	0.13	0.02
Total SFA	34.1	35.8	37.1	38.2	0.05	0.12	0.77	0.01
Total MUFA	34.6	32.2	31.2	32.5	0.05	0.10	0.16	0.10
Total PUFA	3.30	5.21	3.71	5.27	0.43	0.01	0.28	0.01

Total SFA: total saturated fatty acid; Total MUFA: total monounsaturated fatty acid; Total PUFA: total polyunsaturated fatty acid

Vander Pol et al. (2006) demostraron que las altas concentraciones de ácidos grasos insaturados que ingresan al intestino delgado de ganado alimentado con granos de destilería comparado con aceites de maíz, indican que los lípidos en los granos de destilería son más resistentes a la biohidrogenación ruminal que los lípidos presentes en el aceite de maíz. Al añadir GSDS a dietas altas en concentrado se han demostrado los incrementos en los AGPI y 18:2 (de Mello *et al.,* 2008). También, Kinman et al. (2011) reportan incrementos en los contenidos de AGPI en la grasa intramuscular de la carne de becerros alimentados con cantidades crecientes de granos húmedos de destilería (10% a 30% de la MS). En estos mismos trabajos con ganado alimentado con cantidades de granos húmedos de destilería más solubles que variaron de 20 a 30% obtuvieron altas concentraciones de AGPI en relación con ganado que fue alimentado con 10 % de granos húmedos de destilería más solubles.

CONCLUSIONES

En general los cambios en los contenidos de ácido linoleico y ácidos grasos poliinsaturados provocados por el grano seco de destilería de maíz más soluble adicionado a dietas altas y bajas en forraje pueden ser considerados benéficos para la calidad de la carne y la salud de los consumidores.

BIBLIOGRAFIA

De Mello, A.S., Calkins C.R., Jenschke B E., Senaratne L.S., Erickson G.E. 2008. Effects of wet distillers grains plus solu-bles on marbling attributes and fat content of beef. Journal of Animal Science. 86(E-Suppl. 3), 39. (Abstr)

He, M. L., McAllister, T.A., Hernandez L.M., Aalhus J.L., Dugan M.E.R., McKinnon J.J. 2012. Effect of dietary inclusion of triticale dried distillers' grain and oil seeds on quality and fatty acid profile of meat from feedlot steers. Meat Science. 97:76-82.

Kinman, L.A., Hilton G.G., Richards C.J., Morcan J.B., Krehbiel C.R., Hicks R.B., Dillwith J.W., VanOverbeke D.L. 2011. Impact of feeding various amounts of wet and dry distiller's grains to yearling steers on palatability, fatty acid profile, and retail case life of longissimus muscle. Journal of Animal Science. 89:179-184.

Klopfenstein, T.J., Ericksona G.E., Bremer U.R. 2008. Board invited review: use of distiller's by-products in the beef cattle feeding industry. Journal of Animal Science. 86:1223-1231.

Koger, T.J., Wulf D.M., Weaver A.D., Wright C.L., Tjardes K.E., Mateo K.S., Engle T.E., Maddock R.J., Smart A.J. 2010. Influence of feeding various quantities of wet and dry distiller's grains to finishing

steers on carcass characteristics, meat quality, retail-case life of ground beef and fatty acid profile of longissimus muscle. Journal of Animal Science. 88:339-348.

Kramer, J.K.G., Hernandez M, CRuc-Hernandez C, Kraft J, Dugan M.E.R. 2008. Combining result of two GC separartion partly achieves determination of all cis and trans 16:1, 18:1, 18:2 and 18:3 except ClA isomers and milk fat as demostrtaed using ag-ion SPE fractionation. Lipids, 43:259-273.

Mello, A.S., Jenschke B.E., Senaratne L.S., Carr T.P., Erickson G.E., Calkins C.R. 2012. Effects of feeding modified distillers grains plus solubles on marbling attributes proximate composition and fatty acid profile of beef. Journal of Animal Science. 90:4634-4640.

NRC. 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7th ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC

SAS, 2008. SAS System Version 9.1.3. SAS Inst., Inc., Cary, NC.

Vander Pol, K.J., Erickson G.E., Klopfenstein T.J., Greenquist M.A., Robb T. 2006. Dietary Inclusion of Wet distiller's Grains on Feedlot Performance of Finishing Cattle and Energy Value Relative to Corn: University of Nebraska Beef Extension Report No. MP88-A. University of Nebraska-Lincoln, pp. 51-53.

Yang, W.Z., Li Y.L. McAllister T.A., McKinnon J.J., Beauchemin K.A. 2012. Wheat distiller grains in feedlot cattle diets: feeding behavior, growth performance, carcass characteristics, and blood metabolites. Journal of Animal Science. 90:1301–1310.

VARIACIONES ESTACIONALES EN LOS PATRONES NUTRICIONALES Y FERMENTATIVOS DE LA DIETA Y METABOLITOS SANGUÍNEOS DE BOVINOS EN PASTOREO

Osvaldo Reyes Estrada[1*], Manuel Murillo Ortiz[1], Esperanza Herrera Torres[1], Francisco Oscar Carrete Carreón[1] y J. Natividad Gurrola Reyes[2].

[1*]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. Carretera Durango-Mezquital km 11.5 Durango, Dgo. México. [2]CIIDIR-IPN, Unidad Durango.
*reyesosvaldo@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La cría de bovinos bajo el sistema extensivo es una actividad económica importante, en el norte de México se desarrolla principalmente en pastizales nativos los cuales son la principal fuente de nutrientes así como la forma más práctica y económica de alimentar a los hatos ganaderos durante todo el año. La calidad y cantidad del forraje depende de las condiciones climáticas, en la región norte de la República Mexicana la época de lluvias se presenta en el verano, periodo en el que por lo general el ganado dispone forraje de buena calidad que le permite cubrir sus requerimientos nutricionales de proteína y energía (Murillo *et al*., 2013a). El avance de las épocas del año sumado al mal manejo del ganado y por ende el recurso forrajero impactan negativamente el rendimiento productivo de los animales (Herrera *et al*., 2011). El conocimiento del comportamiento de variables nutricionales de rumiantes en pastoreo permiten establecer programas estratégicos de suplementación alimenticia con bases técnico-científicas. Sin embargo, la información relacionada con la evaluación de variables nutricionales en ganado en pastoreo es limitada (Juárez *et al*., 2008; Murillo *et al*., 2013b). En este estudio se asume que la época del año influye en la calidad nutritiva, fermentación ruminal y concentración de metabolitos en sangre de novillos en pastoreo. Por lo anterior, el objetivo del presente es determinar la calidad nutritiva, patrones de fermentación ruminal y metabolitos sanguíneos en ganado bovino en pastoreo en la región central del Estado de Durango, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción y composición botánica del área de estudio. Pastizal mediano arbosufrutescente, localizado entre los 104° 32´ longitud oeste y 24° 22´ latitud norte, con una altitud de 1938 msnm, clima seco templado con lluvias en verano (BS_1K), con temperatura media anual de 17.5°C y una precipitación pluvial 450 mm (INEGI, 2003). La composición botánica del área de estudio se estimó por el área mínima de muestreo con puntos anidados (Franco *et al.,* 1985); las especies de pastos dominantes son: zacate rozado (*Melinis repens* Willd), zacate mota

(*Chloris virgata*), zacate navajita (*Bouteloua gracilis*), tres barbas anual (*Aristida adscencionis*) y popotillo plateado (*Andropogon barbinodis*); mientras que las arbustivas fueron: huizache (*Acacia tortuosa*), mezquite (*Prosopis laevigata*), nopales (*Opuntia spp*), gatuño (*Mimosa biuncifera*) además de una gran variedad de hierbas anuales.

Unidades experimentales. Se utilizaron 4 novillos Brangus fistulados del rumen de 350 ± 3 kg de PV y 10 becerros Charolais de 210 ± 10 kg de PV pertenecientes al hato del área de estudio.

Periodos de muestreo. Ocho periodos de muestreo con una duración de 12 días cada uno, realizados durante la época seca (febrero, marzo, abril y mayo) y la época de lluvia (julio, agosto, septiembre y octubre).

Calidad nutritiva. Los días 4 y 5 se tomaron muestras de la dieta mediante la técnica de evacuación ruminal (Cline *et al*., 2009). A las muestras se les determinó materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC) (AOAC, 1999); fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), lignina (L) (Van Soest *et al*., 1991); digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) (Huntington y Burns, 2007).

Fermentación ruminal. Los días 11 y 12 de cada periodo y antes del inicio del pastoreo (7:30 h) se tomaron 30 ml de líquido ruminal al que de inmediato se le midió el pH y se separaron submuestras de 10 ml para la posterior determinación de ácidos grasos volátiles (AGV) y de nitrógeno amoniacal ($N\text{-}NH_3$) (Abdelhadi y Santini, 2006). Concluido lo anterior, los animales salieron a apacentar y se repitió el procedimiento antes descrito a las 4, 8 y 12 h después de iniciado el procedimiento.

Metabolitos sanguíneos. El día 12, se tomaron muestras de sangre (12 ml) de los 10 becerros Charolais por punción de la vena yugular utilizando tubos vacutainer sin anticoagulante, las muestras se centrifugaron a 1700 rpm durante 20 minutos para la obtención de suero, y se mantuvieron en congelación a -20°C hasta su análisis (Obeidat *et al*., 2002). Las concentraciones de glucosa, nitrógeno ureico y ácidos grasos no esterificados (AGNES) en suero fueron determinadas con paquetes comerciales (RANDOX).

Análisis estadístico. Los datos de calidad nutritiva de la dieta se sometieron a un ANAVA para diseños de bloques completos al azar; en donde las épocas del año se consideraron como tratamientos y los meses dentro de épocas como bloques. Los patrones de fermentación ruminal y metabolitos sanguíneos se sometieron a un ANAVA para un diseño de bloques completos al azar con mediciones repetidas en el que se incluyeron los efectos de época, animal, tiempo del día y sus respectivas interacciones (Litell *et al*., 1996). En el análisis de datos se utilizaron los procedimientos, GLM, MIXED y NLIN de SAS (2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calidad nutritiva. El contenido de proteína cruda de la dieta seleccionada fue mayor en la época de lluvias en comparación con la época seca (P≤ 0.01) (cuadro 1); mientras que los contenidos de FDN, FDA y L fueron más altos en la época seca (P≤ 0.01). Los porcentajes de DIVMS fueron superiores en la época de lluvia (P≤ 0.05). Las variaciones observadas entre épocas en la calidad nutritiva de la dieta seleccionada por los novillos pueden ser atribuidas a la fase fenológica de los pastizales en la región (Johnson *et al*., 1998; Olson *et al*., 2002).

Cuadro 1. Calidad nutritiva de la dieta seleccionada por novillos en pastoreo

	Época			
	Seca	Lluvia	EE±	Sig
MO (%)	91.0	89.3	1.1	NS
PC (%)	4.9	10.4	0.53	**
FDN (%)	74.9	64.3	0.96	**
FDA (%)	56.3	46.7	0.86	**
L (%)	7.1	4.7	0.88	**
DIVMS (%)	61.1	68.9	1.06	*

*P<0.05 **P<0.01

Patrones de fermentación ruminal. No se observaron interacciones entre época del año y tiempo del día en los patrones de fermentación ruminal (P≥ 0.05), se presentan los promedios a través del tiempo (Cuadro 2). El valor más alto de pH de líquido ruminal se registró en la época seca (P≤ 0.05), los valores observados en el presente estudio se encuentran dentro del rango aceptable para la óptima actividad microbiana ruminal (Relling y Matiolli, 2003). Las concentraciones de N-NH_3 en la época de lluvia fueron superiores a las registradas en la época seca (P≤ 0.01). Estas diferencias pueden ser originadas por las concentraciones de proteína de la dieta seleccionada entre épocas del año (Van Soest, 1994).

Cuadro 2. Parámetros de fermentación ruminal de la dieta seleccionada por novillos en pastoreo

	Época			
	Seca	Lluvia	EE±	Sig
pH	6.6	6.3	0.95	*
N-NH_3 (mg/dL)	4.7	11.5	1.27	**
AGV totales, (mmol)	68.3	71.4	1.16	*
	mol/100 mol			
Acético	64.4	63.8	0.98	**
Propiónico	13.8	16.6	0.73	**
Butírico	7.1	4.8	1.10	**
A:P	4.8	3.8	1.32	NS
AGV menores[+]	12.3	15.7	0.43	**

*P<0.05 **P<0.01

[+]Isobutírico, isovalérico y valérico

Las concentraciones de ácido acético y butírico observadas en la época seca, fueron superiores a las registradas en la época de lluvias (P≤ 0.01); la concentración de ácido propiónico fue mayor en la época de lluvia (P≤ 0.01). Las diferencias observadas pueden ser atribuidas a las diferencias en la dietas entre épocas (Nava y Díaz, 2001).

Metabolitos sanguíneos. Las concentraciones de glucosa fueron mayores en la época de lluvia (P≤ 0.01; Cuadro 3), los resultados observados en las dos épocas del año se mantuvieron en las concentraciones normales (45 a 75 mg/dL) para bovinos de carne (Kaneko *et al*., 1997). Concentraciones similares de glucosa a las observadas en el presente estudio durante la época de lluvia fueron reportadas por Hersom *et al*. (2004). La concentración nitrógeno ureico fue más alta en la época de lluvia (P≤ 0.01). Concentraciones similares de nitrógeno ureico son reportadas por Romero *et al*. (2007). Sowell *et al*. (2003) señalan que concentraciones de nitrógeno ureico en sangre inferiores a 7 mg/dL indican deficiencias de proteína como consecuencia de un bajo consumo de proteína degradable en rumen (PDR). Las concentraciones de AGNES fueron superiores en la época seca (P≤ 0.05). Generalmente, las concentraciones hemáticas de AGNES se incrementan con el avance de la madurez del forraje y sirven como una fuente alternativa de energía para bovinos en pastoreo cuando presentan balances energéticos negativos o cuando se encuentran en condiciones de stress calórico (Abeni *et al*., 2004).

Cuadro 3. Concentraciones de metabolitos sanguíneos en bovinos en pastoreo

	Época			
	Seca	Lluvia	EE±	Sig
Glucosa (mg/dL)	49.1	71.1	1.81	**
N-ureico (mg/dL)	6.1	9.3	0.11	**
AGNES (mmol/L)	0.134	0.129	0.098	*

*P<0.05 **P<0.01

CONCLUSIONES

Los resultados indican que durante la época seca el ganado se encuentra bajo un estado de tensión nutricional ya que los aportes de PC de la dieta, N-NH_3 ruminal y nitrógeno-ureico en sangre son bajos. La alta concentración hemática durante la época seca de AGNES indica la utilización de grasa corporal como fuente alterna de energía en el ganado lo que refleja un balance energético negativo y pérdida de la condición corporal del ganado, lo que a su vez propicia bajos índices productivos y reproductivos de los hatos ganaderos.

BIBLIOGRAFIA

Abdelhadi, L. O., and F. J. Santini. 2006. Corn silage *versus* grain sorghum silage as a supplement to growing steers grazing high quality pastures: Effects on performance and ruminal fermentation. Anim. Feed. Sci. Technol. 127:33-43.

Abeni, F., G. Bergoglio, G. Masoero, G. M. Terzano, and S. Allegrini. 2004. Plasma hormones and metabolites in Piedmontese cows during late pregnancy; Relationships with calf birth weight. J. Anim. Sci. 82:438-444.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1999. Official Methods of Analysis (16th Ed.) Ass. Off. Anal. Chem. 13ª Ed. Washington, D. C. USA.

Cline, H. J., B. W. Neville, G. P. Lardy, and J. S. Caton. 2009. Influence of advancing season on dietary composition, intake, site of digestion, and microbial efficiency in beef steers grazing a native range in western North Dakota. J. Anim. Sci. 87:375-383.

Franco, L. J., G. De la Cruz, A. Cruz, A. Rocha, N. Navarrete, G. Flores, E. Kato, S. Sánchez, G. Abarca, C. Bedia, y L. Winfield. 1985. Manual de Ecología. Editorial Trillas. México.

Herrera CJ, Herrera AY, Carrete CFO, Almaraz AN, Naranjo JN, González GF 2011. Cambio en la población de gramíneas en un pastizal abierto bajo sistema de pastoreo continuo en el norte de México. Interciencia 36(4): 300-305.

Hersom, M. J., R. P. Wettemann, C. R. Krehbiel, G. W. Horn, and D. H. Keisler. 2004. Effect of live gain of steers during winter grazing:III. Blood metabolites and hormones during feedlot finishing. J. Anim. Sci. 82:2059-2068.

Huntington, G. B. and J. C. Burns. 2007. Afternoon harvest increases readily fermentable carbohydrate concentration and voluntary intake of gamagrass and switchgrass baleage by beef steers. J. Anim. Sci. 85:276-284.

INEGI, 2003. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Anuario Estadístico del Estado de Durango. México.

Johnson, J. A., J. S. Caton, W. Poland, D. R. Kirby, and D. V. Dhuyvetter. 1998. Influence of season on dietary composition, intake, and digestion by beef steers grazing mixed-grass prairie in the northern Great Plains. J. Anim. Sci. 76:1682-1690.

Juárez, R. A. S., Nevarez G, Cerrillo M.A., Murillo M., Luginbuhl J.M., Bernal H., and Ramírez R.G. 2008. Dietary Chemicals composition plasma metabolites and hormones in range goats. J. Appl. Anim. Res. 34:81-86.

Kaneko, J. J., W. Harvey and L. Bruss. 1997. Clinical biochemistry of domestic animals. 5th Ed. Academic Press. San Diego, California. USA.

Litell, R. C., G. A. Miliken, G., W. W. Stroup, and R. D. Wolfinger. 1996. SAS system for mixed models, Cary NC: SAS Institute Inc.

Murillo OM, Reyes EO, Herrera TE, Martínez GJH, Villareal RG. 2013a. Annual and seasonal variation in nutritive quality and ruminal fermentation patters of diets in steers grazing native rangelands. African Journal of Agricultural Research 8(33): 4408-4413.

Murillo, O.M., Reyes E.O., Herrera T.E., Villarreal R.G. 2013b. Composición química y fermentación ruminal de la dieta por bovinos en pastoreo en un pastizal nativo del oriente de Durango. Abanico Veterinario. 3(2): 12-21.

Nava, C. C., y A. Díaz. 2001. Introducción a la Digestión Ruminal. Departamento de Nutrición Animal. Disponible en http://www.fmvz.unam.mx. Última fecha de consulta 15 de diciembre de 2007.

Obeidat, B. S., M. G. Thomas, D. M. Hallford, D. H. Keisler, M. K. Petersen, W. D. Bryant, M. D. Garcia, L. Narro, and R. Lopez. 2002. Metabolic characteristics of multiparous Angus and Brahman cows grazing in the Chihuahua desert. J. Anim. Sci. 80:2223-2233.

Olson, K. C. 1991. Diet sample collection by esophageal fistula and rumen evacuation techniques. J. Range Manage. 44:515-519.

Relling, A. E. and G. A. Mattioli. 2003. Fisiología Digestiva y Metabólica de los Rumiantes. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de La Plata. 72 p.

SAS, 2003. SAS User´s Guide (Release 9.1): SAS Inst, Inc., Cary, NC.

Sowell, B. F., J. G. P. Bowman, E. E. Grings, and M. D. MacNeil. 2003. Liquid supplement and forage intake by range beef cows. J. Anim. Sci. 81:294-303.

Van Soest, P. J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2a edition. Cornell Univ. Press Ithaca, New York, USA: Academic Press.

Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polisacharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74:3583-3597.

DESARROLLO DE BECERRAS HOLSTEIN BAJO LA DISMINUCIÓN DE DIETA LÍQUIDA

Florentino Bobadilla Guadalupe[1], González Avalos Ramiro[1*], De la Cruz Millán César[1], Pérez Rebolloso Elizabeth[1], Ramos Álvarez Juan Francisco[1], Fernández de la Cruz Aleida[1], Peña Revuelta Blanca Patricia[1], González Avalos José[2], Núñez González Lilia Esmeralda[3]

[1]UAAAN, Torreón, Coahuila, [2]ICAP-UAEH, Tulancingo, Hidalgo, [3]UAN, Xalisco, Nayarit.
*jaliscorga@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Definimos crianza de reemplazos como aquellas etapas que van del nacimiento hasta el estado de vaquilla al parto; la comprensión adecuada del proceso de crianza, desde el nacimiento, demanda el entendimiento en términos generales del ciclo biológico de los animales en sus etapas correspondientes al crecimiento y al desarrollo, ya que las transformaciones fisiológicas de los animales son las que determinan su mantenimiento y manejo (Blanco, 2007).

Las becerras representan el futuro de los establos dedicados a la crianza de bovinos para la producción de leche o de doble propósito. La importancia se sustenta en que las crías desarrolladas adecuadamente, cuando llegan a la clase de vaquillas, serán las que reemplacen a las vacas eliminadas del establo por problemas reproductivos y/o sanitarios o por bajo rendimiento de leche (Almeyda y Parreño, 2011). Por tal motivo se necesita de un programa adecuado para criar becerras y vaquillas para el reemplazo o de los reemplazos adquiridos que igualen o superen los niveles de presentes de producción lechera (Ortiz *et al.*, 2005).

Cuando nos referimos al manejo nutricional de hembras de reemplazo, normalmente nos imaginamos al manejo de las hembras adultas, con el peso apropiado para iniciar su vida reproductiva. Sin embargo el manejo de los animales de reemplazo debe iniciarse desde las primeras etapas de vida, para poder alcanzar en un tiempo adecuado, el peso y la conformación requeridas que garanticen el éxito reproductivo y productivo de este grupo de animales (Garzón, 2007).

El mayor contribuyente a los costos totales de producción es el costo de la alimentación, sin embargo, el costo de la recría contribuye sustancialmente a los egresos totales de la operación lechera. Dado que las becerras representan el futuro del establo, es preciso que reciban un buen manejo que les permita optimizar su potencial genético. La implementación de programas para la alimentación de becerras es una de las vías para lograr mayor eficiencia en la producción lechera. La alimentación en la vida temprana de la becerra, puede afectar no solamente el desempeño y supervivencia durante el tiempo de la alimentación líquida, sino

también la producción futura de leche una vez que la becerra alcanza su edad adulta (Soberon *et al*., 2012). El objetivo del presente trabajo fue determinar el desarrollo de becerras Holstein bajo la disminución de la dieta líquida.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó, del 06 de noviembre del 2012 al 15 de enero del 2013, en un establo del municipio de Francisco I. Madero en el Estado de Coahuila; éste se encuentra localizado en la región semi-desértica del norte de México a una altura de 1100 msnm, entre los paralelos 26° 17' y 26° 38' de latitud norte y los meridianos 103° 18' y 103° 10' de longitud oeste (INEGI 2009).

Para observar el desarrollo de las becerras se seleccionaron 40 de manera aleatoria, las cuales fueron separadas de la madre al nacimiento y alojadas individualmente en jaulas de madera previamente lavadas y desinfectadas. Los tratamientos aplicados fueron: T1(n=20) se les suministraron 3 L por la mañana y 2 L por la tarde. T2 (n=20), 6 L de leche, 3 L por la mañana y 3 L en la tarde en ambos hasta el destete día 50 de vida. En los dos tratamientos la primera toma de calostro se suministró dentro las tres horas después del nacimiento, posteriormente se les proporcionó una segunda 6 horas posteriores a la primera (2 L•toma). Las becerras se alimentaron con leche pasteurizada y se les ofreció agua a libre acceso a partir del segundo día de vida. El concentrado iniciador (Cuadro 1) se ofreció diariamente por la mañana y la tarde. Las variables evaluadas para el desarrollo de las crías fueron peso y altura al nacimiento y destete, ganancia de peso total y diario.

El análisis estadístico para estimar el desarrollo de las becerras se realizó mediante un análisis de varianza, y la comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey. Se utilizó el valor de $P<0.05$ para considerar diferencia estadística. Los análisis se ejecutaran utilizando el paquete estadístico de Olivares-Sáenz (2012).

Cuadro 1. Ingredientes del concentrado iniciador utilizado en la alimentación de las becerras.

Ingrediente		%
Humedad	Max.	13
Proteína Cruda	Min.	21.50
Grasa Cruda	Min.	3.00
Fibra Cruda	Max.	8.00
Cenizas	Max.	7.00

RESULTADOS Y DISCUSION

En los resultados obtenidos para el desarrollo de las becerras (Cuadro 2) no se observa diferencia estadística (P>0.05) en las variables evaluadas. Los resultados obtenidos para ganancia de peso diario en el presente estudio son superiores a los indicados por Rodríguez *et al*. (2012) donde ellos observan una media de 0.480 g de ganancia diaria en becerras desarrolladas en establos de la Región Lagunera. Cabe hacer mención la importancia que tiene el análisis detallado del crecimiento adecuado de las becerras, se ha observado que el ritmo de crecimiento influye directamente sobre la edad al primer servicio, así como en la edad y peso al primer parto (Place *et al*., 1998). El crecimiento antes del destete es el crecimiento más caro que un animal experimenta durante su vida. Es una práctica común en la industria lechera restringir el consumo de leche o de sustituto de leche para estimular el consumo temprano de concentrado iniciador, permitiendo disminuir la edad en la que las becerras pueden ser destetadas (Hulbert *et al*., 2011).

Cuadro 2. Parámetros de crecimiento en becerras lactantes bajo dos sistemas de alimentación

Variable	T1	T2	Significancia
Peso al nacimiento (Kg)	37.2	37.1	(P>0.05)
Peso al destete (Kg)	64.3	61.0	(P>0.05)
Altura a la cruz al nacimiento (cm)	75.1	75.5	(P>0.05)
Altura a la cruz al destete (cm)	86.1	85.0	(P>0.05)
Ganancia de peso total (Kg)	27.1	24.5	(P>0.05)
Ganancia de peso diario (Kg)	0.542	0.490	(P>0.05)

En la etapa de lactancia el becerro es esencialmente monogástrico por lo que depende del alimento líquido para sobrevivir, no obstante, es conveniente inducirlo a la ingestión temprana de alimento, para prepararlo para el destete. En relación a la dieta líquida, se prefiere la leche entera sobre los sustitutos de leche ya que es la fuente natural y completa de nutrientes (Soberon *et al*., 2012). Sin embargo, el consumo de nutrientes mediante los sustitutos de leche preparados comercialmente con niveles de proteína alta, se aproximan a los que se encuentran en la leche entera (Hibma, 2012). González *et al.* (2011a), reportaron ganancias de peso diario en becerras alimentadas con sustitutos con 20% de PC y 20% de grasa entre 0.533 y 0.535 g/día. En becerras alimentadas con sustitutos con 20% PC: 20% grasa y 22% PC: 20% grasa, González *et al.* (2011b), observaron ganancias de 0.535 y 0.446 g/día respectivamente. Así mismo, Drackley *et al*. (2007), observaron 0.537 g de ganancia diaria de peso en becerras

donde ofrecieron un sustituto de calidad similar (22% PC: 20% grasa; 1.25% de su peso vivo por día).

La meta principal de cualquier programa de reemplazos debe ser criar y desarrollar animales que alcancen un tamaño y peso óptimo tempranamente para iniciar la pubertad, establecer la preñez y parir fácilmente a una edad adecuada y al menor costo posible (Beharka *et al*., 1998). Sin embargo, la alimentación y prácticas de manejo en la crianza y desarrollo de becerras no son una prioridad en algunos establos lecheros de nuestro país y esto puede repercutir negativamente en la tasa de crecimiento de los animales y afectar su desempeño productivo y reproductivo. Alimentos líquidos son la principal fuente de nutrientes durante las primeras 3 semanas de vida del lactante. Si bien proporcionar sustituto de leche o leche entera a libre acceso imita el comportamiento de amamantamiento natural, el crecimiento adecuado de las becerras puede verse afectado por la selección de ingredientes usados en la fórmula del sustituto de leche y por la implementación de prácticas de manejo en la alimentación de los animales: frecuencia de alimentación, cantidad de leche y sustituto suministrado (Khan *et al*., 2011).

CONCLUSIONES

Considerando los resultados obtenidos en esta evaluación se puede mencionar que las becerras que consumen menor cantidad de leche pueden incrementar más su desarrollo. El consumo de alimento iniciador es crítico para asegurar el crecimiento y el desarrollo de las crías, al disminuir el consumo de leche puede incrementarse la ingestión del concentrado y obtener así un mejor desarrollo de las becerras.

BIBLIOGRAFIA

Almeyda, M. J., y R. J. Parreño. 2011. Guía técnica, Curso-taller. Manejo integrado de ganado. Majes, Caylloma, Arequipa Perú.1-46.

Beharka, A. A., T. G. Nagaraja, J. L. Morrill, G. A. Kennedy y R. D. Klemm. 1998. Effects of form of the diet on anatomical, microbial, and fermentative development of the rumen of neonatal calves. J. Dairy Sci. 81:1946-1955.

Blanco, O. M. A. 2007. Alimentación de becerras para lactancia. Memorias del curso. Producción de becerras y vaquillas lecheras. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.

Garzón Q. B. 2007. Sustitutos lecheros en la alimentación de terneros. REDVET. Revista electrónica de Veterinaria 1695-7504. Volumen VIII Número 5.

González-Avalos. R., González-Avalos, J., Rodríguez-Hernández, K., Peña-Revuelta, B.P., y Núñez-González, L.E. 2011a. Desarrollo productivo de becerras Holstein alimentadas con sustitutos lácteos con similar contenido de proteína: Estudio de caso 2. 11º Congreso Internacional de MVZ Especialistas en Bovinos. Torreón Coahuila.

González, A. R., A. J. González, H. K. Rodríguez, P. B. P. Revuelta, y N. L. E. González. 2011b. Desarrollo productivo de becerras Holstein lactantes alimentadas con sustitutos de leche l. XXIII Semana Internacional de Agronomía. Gómez Palacio, Durango.

Hibma, J. P. 2012. Alimentación acelerada en crianza y producción de leche en su vida adulta. Memorias. DIGAL. Día interacional del Ganadero Lechero. Chihuahua, Chihuahua.

Hulbert, L. E., C. J. Cobb, J. A. Carroll and M. A. Ballou. 2011. The effects of early weaning on innate immune responses of Holstein calves. J Dairy Sci. 94:2545-2556.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Francisco I. Madero, Coahuila de Zaragoza. Clave geoestadística 05009.

Khan, M. A., D. M. Weary , and M. A. G. Von Keyserlingk. 2011. *Invited review:* Effects of milk ration on solid feed intake, weaning, and performance in dairy heifers. J. Dairy Sci. 94:1071-1081

Olivares-Sáenz E. 2012. Paquete de diseños experimentales. FAUANL. Versión 1.1. Facultad de Agronomía Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, N. L., México.

Ortiz, S. J. A., T. O. García, y T. G. Morales. 2005. Manual del participante. Manejo de bovinos productores de leche. Colegio de Postgraduados. 14-15.

Place, N. T., A. J. Heinrichs and H. N. Erb. 1998. The effects of disease, management and nutrition on average daily of dairy heifers from birth to four months. J Dairy Sci. 81:1004-1009.

Rodríguez, H. K., H. G. Núñez, A. R. González, M. E. Ochoa and D. J. I. Sánchez. 2012. Factores críticos del proceso de crianza que afectan la edad al primer parto en establos de la Región Lagunera. AGROFAZ. Vol. 12. 4:9-17.

Soberon, F., E. Raffrenato, R. W. Everett, y M. E. Van Amburgh. 2012. Pre-weaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. J. Dairy Sci. 95:783-793.

CALIDAD DE CALOSTRO PRODUCIDO POR VACAS HOLSTEIN FRIESIAN DE PRIMER PARTO Y MULTÍPARAS

González Avalos Ramiro[1*], Favela Esquivel Noel[1], Pérez Silva Efraín Curiel[1], Macías Ortiz Edgar Jesus[1], Pérez Rebolloso Elizabeth[1], Peña Revuelta Blanca Patricia[1], González Avalos José[2], Núñez González Lilia Esmeralda[3]

[1]UAAAN, Torreón, Coahuila, [2]ICAP-UAEH, Tulancingo, Hidalgo, [3]UAN, Xalisco, Nayarit.
*jaliscorga@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El calostro bovino es la primera secreción mamaria disponible dentro de las primeras 24 horas después del parto (Jaster, 2005). Es una mezcla de las secreciones lácteas y componentes de suero sanguíneo, especialmente las proteínas séricas y otras, que se acumulan en la glándula mamaria durante el periodo seco preparto (Foley *et al*., 1978). Este proceso inicia varias semanas antes del parto, bajo la influencia de las hormonas lactogénicas incluyendo prolactina, y cesa bruscamente al momento del parto. La formación del calostro, conocida como calostrogénesis, conlleva muchas adaptaciones fisiológicas únicas. La mejor conocida de ellas es la transferencia masiva de inmunoglobulinas (Ig) particularmente inmunoglobulinas G (IgG), a partir de la circulación materna hacia las secreciones mamarias (Barrington *et al*., 2001).

Aunque se sabe que el calostro contiene una gran variedad de importantes componentes inmunológicos y nutricionales, ya que la relación entre las concentraciones de las Ig y la salud de las becerros se entiende mejor, y porque las IgG comprenden más del 85% del total de las Ig en el calostro, la concentración de IgG en el calostro tradicionalmente ha sido considerada como el sello distintivo para la evaluación de la calidad de este producto. El calostro de alta calidad tiene una concentración de Ig > 50 g L^{-1} (McGuirk y Collins, 2004).

Sin embargo, la concentración de Ig en el calostro puede variar dramáticamente entre las vacas. En un estudio, las Ig del calostro registraron un promedio de 76 g L^{-1}, pero osciló entre 9 y 186 g L^{-1} para las vacas Holstein (Swan *et al*., 2007). Algunos factores que afectan la calidad del calostro, como la raza o la edad de la madre, puede estar fuera de la capacidad de manipular por parte del ganadero (Godden, 2008).

Una recomendación común es descartar el calostro de vacas de primer parto (Mechor *et al*., 1992). Aunque esta recomendación inicialmente se formuló para asegurar que el calostro de alta calidad se suministre a los becerros recién nacidos, diversos estudios han demostrado que esta práctica puede ser contraproducente; la mayoría, pero no todos, los estudios muestran una tendencia de las vacas de mayor edad para producir calostro de más alta calidad, presumiblemente debido a que los animales de mayor edad han tenido un período mayor de

exposición a patógenos específicas en el campo (Muller y Ellinger, 1981; Pritchett *et al*., 1991; Tyler *et al.,* 1999; Morin *et al*., 2001).

El objetivo del presente trabajo fue determinar la calidad del calostro producido por vacas de primer parto y multíparas Holstein Friesian.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se llevó a cabo en un establo localizado en el Municipio de Torreón, en el Estado de Coahuila de Zaragoza; éste se encuentra localizado en la región semi-desértica del norte de México a una altura entre 1000 y 2500 msnm, entre los paralelos 25° 42’ y 24° 48’ N y los meridianos 103° 31’ y 102° 58’ O (INEGI, 2009).

Se obtuvo el calostro de primer ordeño de 223 vacas de primer parto y multíparas Holstein Friesian dentro de las primeras 24 h después del parto. Posterior a la colecta, se determinó la densidad del calostro de cada animal por medio de un calostrómetro (Biogenics, Mapleton, Or ®), a una temperatura de 22°C al momento de la medición. Posteriormente, el calostro con calidad ≥50 mg/ml de Ig se depositó en biberones (2 L por biberón) y se refrigeró hasta el suministro a las becerras. El análisis estadístico de la calidad del calostro se realizó mediante estadística descriptiva.

RESULTADOS Y DISCUSION

Desde el punto de vista inmunológico el calostro es vital para la supervivencia y la salud de la becerra. La calidad del calostro tiene relación con la concentración de Ig, es decir, a mayor concentración de Ig, será mayor la calidad del calostro. Los valores encontrados (Figuras 1 y 2), en el presente trabajo oscilan entre 10 y 110 mg/ml de Ig. El 70% de las muestras tienen adecuada cantidad de Ig, el 30% presentan una inadecuada cantidad. Aunque se sabe que el calostro contiene una gran variedad de importantes componentes inmunológicos y nutricionales; la concentración de Ig en el calostro tradicionalmente ha sido considerada como el sello distintivo para la evaluación de la calidad del calostro.

El calostro de alta calidad tiene una concentración de Ig > 50 mg/ml (McGuirk y Collins, 2004). Morrill et al. (2012), reportan concentraciones de 42.4 mg/ml para vacas de primera lactación, 68.6 para segunda y para las de tercera lactación 95.9 mg/ml de Ig. Además, observaron de un total de 827 muestras de calostro, 243 con menos de 50 mg/ml, 303 de 50 a 80, 156 con 80 a 100, 75 de 100 a 120 y 50 con más de 120 mg/ml.

En el presente estudio el 40% de las muestras de las vacas de primer parto tienen una concentración menor a 50 g L^{-1}, en el 60% restante la calidad del calostro es superior a la cantidad antes mencionada. Se observaron 4 muestras de 80 a 100 mg/ml de Ig.

En relación a la calidad del calostro en vacas multíparas en el 20% de las muestras se observa una concentración menor a 50 mg/ml, en el 80% restante la calidad del calostro es superior a la cantidad antes mencionada. Se observaron 10 muestras de 80 a 100 mg/ml de Ig.

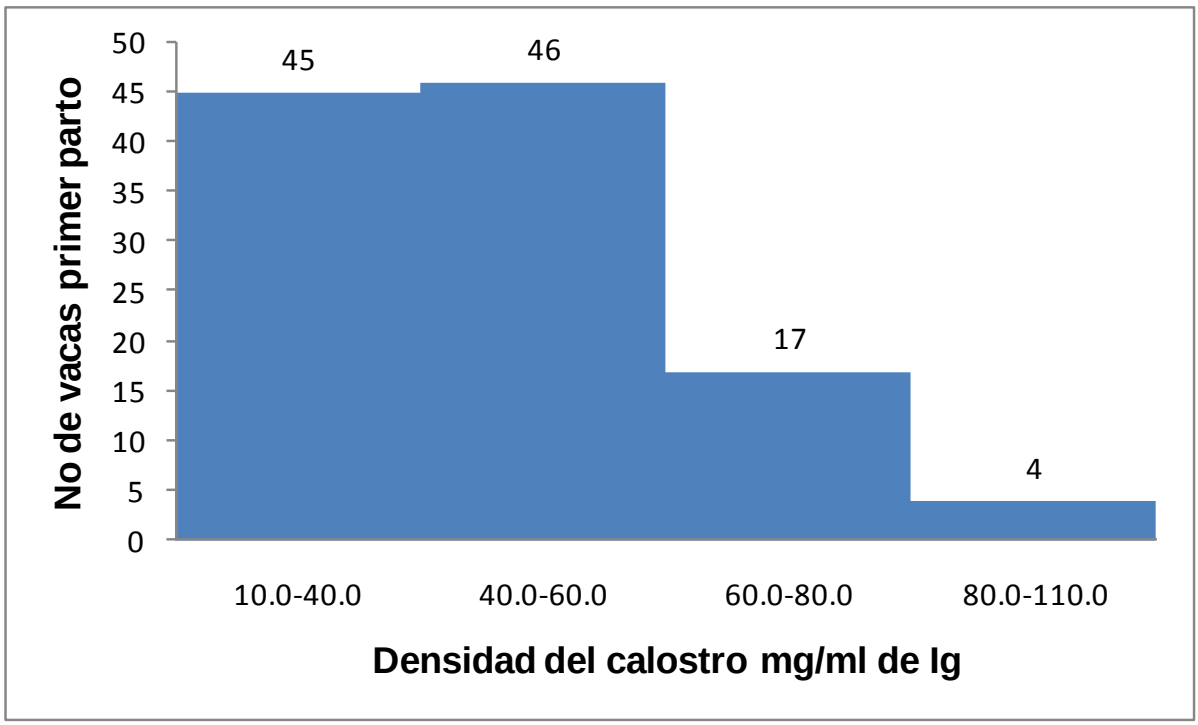


Figura. 1. Histograma de la densidad del calostro de vacas de primer parto Holstein.

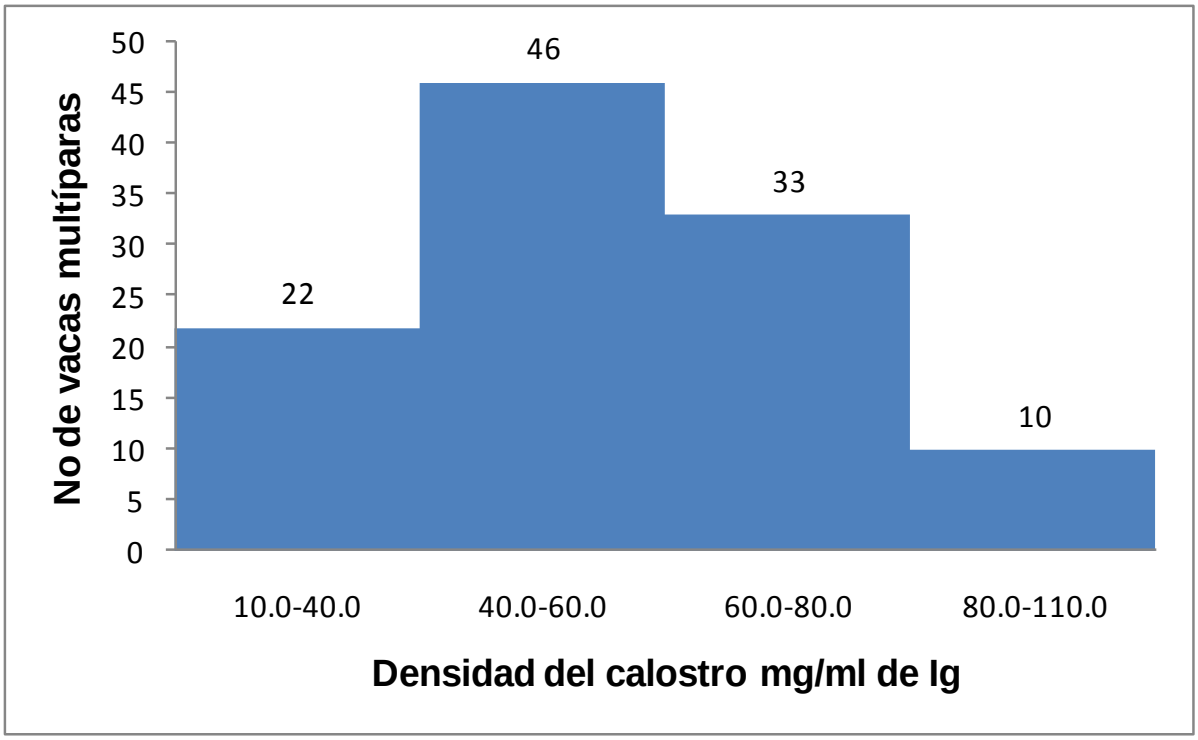


Figura. 2. Histograma de la densidad del calostro de vacas multíparas Holstein.

Se menciona que la concentración media en el calostro de las IgG para las vacas Holstein en su primera, segunda o tercera y mayor lactancia fue de 66, 75 y 97 g L^{-1}, respectivamente. Sin embargo, en el mismo estudio se reporta que no hay diferencia en la concentración de las IgG para las vacas Guernsey, registrándose en su primera, segunda, tercera y posteriores lactancias 119, 113 y 115 g L^{-1}, respectivamente (Tyler *et al*., 1999).

En otro estudio se determinó la concentración de Ig en muestras de calostro primero-ordeño de 919 vacas Holstein. Vacas en su primera lactancia producen calostro con una concentración media de IgG1 (42.8 g L^{-1}) igual a la de las vacas segundo-lactancia, vacas en su tercera o mayor lactancia producen calostro con la mayor concentración de IgG1 56.6 g L^{-1} (Pritchett *et al.*, 1991). Estos resultados coinciden con los de Devery y Larson (1983) quienes observan que el calostro producido por vacas de primer parto contiene una menor densidad que el de las vacas con mayor número de partos.

Sin embargo, algunos factores como los genéticos pueden afectar la producción del calostro; al reducir la capacidad calostropoyetica y el potencial lactogénico. La influencia del *Bos indicus* (Cebú y Brahman) reducen la habilidad de la glándula mamaria al limitar el tamaño del tejido en el parénquima mamario para ejercer la síntesis y secreción del calostro (Araúz, 1994).

Estudios comparativos han reportado que puede haber un efecto de raza sobre la calidad del calostro (Guy *et al*., 1994; Morin *et al*., 2001). En un estudio, la concentración de las IgG^1 fue mayor en el calostro de las vacas de carne 113.4 g L^{-1}, que de las vacas lecheras 42.7 g L^{-1} (Guy *et al*., 1994). En otro estudio, las vacas Holstein produjeron calostro con contenido total de Ig 5.6 %, que fue numéricamente inferior a la de vacas Guernesey 6.3 % y Pardo Suizo 6.6 %, y estadísticamente inferiores a los de vacas Ayrshire 8.1 % y Jersey 9.0 % (Muller y Ellinger, 1981).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos con el calostrómetro permiten establecer estimaciones adecuadas para la selección de calostros de buena calidad. Se puede mencionar que las vacas de uno o más partos producen calostro de buena calidad y éste se puede utilizar para la alimentación de las becerras recién nacidas. Son diversos los factores que influyen sobre el contenido de Ig presentes en el calostro, por lo que se debe de realizar una selección de alta calidad para alimentar las becerras.

BIBLIOGRAFIA

Araúz, E. E. 1994. Actividad secretora de la ubre en vacas cruzadas durante el periodo prepartum correspondiente a la lactogénesis. Investigaciones Agropecuarias FCA. 154-170.

Barrington, G. M., T. B. McFadden, M. T. Huyler y T. E. Besser. 2001. Regulation of colostrogenesis in cattle. Livestock Production Science. 70(1–2): 95-104.

Devery, J. E y B. L. Larson. 1983. Age and previos lactations as factor in the amount of bovine colostral immunoglobulins. J. Dairy Sci. 66: 221-226.

Foley, J. A., A. G. Hunter y D. E. Otterby. 1978. Absorption of colostral proteins by newborn calves fed unfermented, fermented, or buffered colostrum. J. Dairy Sci. 61(10): 1450-1456.

Godden, S. 2008. Colostrum management for dairy. Vet. Clin. Food Anim. 24:19-39.

Guy, M. A., T. B. McFadden, D. C. Cockrell y T. E. Besser. 1994. Regulation of colostrum formation in beef and dairy cows. J Dairy Sci 77(10): 3002-3007.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Torreón, Coahuila de Zaragoza. Clave geoestadística 05035.

Jaster, E. H. 2005. Evaluation of quality, quantity, and timing of colostrum feeding on immunoglobulin g1 absorption in jersey calves. J. Dairy Sci. 88(1): 296-302.

McGuirk, S. M, y M. Collins. 2004. Managing the production, storage and delivery of colostrum. Vet Clin North Am Food Anim Pract. 20(3):593-603.

Mechor, G. D., Y. T. Gröhn., L. R. McDowell y R. J. Van Saun.1992. Specific gravity of bovine colostrum immunoglobulins as affected by temperature and colostrum components. J. Dairy Sci 75:3131–3135.

Morin, D. E., P. D. Constable, F. P. Maunsell y G. C. McCoy. 2001. Factors associated with colostral specific gravity in dairy cows. J. Dairy Sci. 84(4): 937-943.

Morrill, K. M., E. Conrad, A. Lago, J. Campbell, J. Quigley, y H. Tyler. 2012. Nationwide evaluation of quality and composition of colostrums on dairy farms in the United States. J. Dairy Sci. 95:3997-4005.

Muller, L. D. y D. K. Ellinger. 1981. Colostral immunoglobulin concentrations among breeds of dairy cattle. J. of Dairy Sci. 64(8): 1727-1730.

Pritchett, L. C., C. C. Gay, T. E. Besser y D. D. Hancock. 1991. Management and production factors influencing immunoglobulin g1 concentration in colostrum from holstein cows. J. of Dairy Sci. 74(7): 2336-2341.

Swan, H., S. Godden, R. Bey, S. Wells, J. Fetrow y H. Chester-Jones. 2007. Passive transfer of immunoglobulin g and preweaning health in holstein calves fed a commercial colostrum replacer. J. Dairy Sci. 90(8): 3857-3866.

Tyler, J. W., B. J. Steevens, D. E. Hostetler, J. M. Holle y J. L. Denbigh, Jr. 1999. Colostral immunoglobulin concentrations in holstein and guernsey cows. Am J Vet Res. 60(9): 1136-1139.

TRANSFERENCIA PASIVA DE INMUNIDAD EN BECERRAS RECIEN NACIDAS HOLSTEIN SUPLEMENTADAS CON SELENIO Y VITAMINA B12

González Avalos Ramiro[1],* Baca Gloria Paloma Lizeth[1], Padrón Segura Daniel[1], Ortiz Hernández[1], Reyes Romero Alondra[1], Emmanuel Pérez Rebolloso Elizabeth[1], Macías Ortiz Edgar Jesus[1], Favela Esquivel Noel[1], Peña Revuelta Blanca Patricia[1], González Avalos José[2], Núñez González Lilia Esmeralda[3]

[1]UAAAN, Torreón, Coahuila, [2]ICAP-UAEH, Tulancingo, Hidalgo, [3]UAN, Xalisco, Nayarit.
*jaliscorga@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Las becerras recién nacidas dependen de la absorción de las Ig presentes en el calostro dentro de las primeras horas de vida para protegerse contra enfermedades infecciosas en la etapa temprana de vida (Godden *et al*., 2012). Por otro lado, aunque los beneficios en la salud de la transferencia de inmunidad son claras, la realidad en el proceso de la crianza de las becerras es que en las unidades de producción bovina una proporción alta de éstas se ven privadas de una adecuada transferencia de Ig que llevan al fracaso la transferencia pasiva (Lorenz *et al*., 2011). De hecho, las becerras que presentan una adecuada transferencia de inmunidad tienen menor morbilidad, menor mortalidad y menor número de tratamientos con antibióticos comparados con las que registran fallas en la transferencia de inmunidad (Uetake, 2013).

La vitamina B12 es esencial en numerosas reacciones bioquímicas en la naturaleza, la mayoría de las cuales implican redistribución de hidrógenos o de carbonos, como por ejemplo: reducción de ribonucleótidos de algunas bacterias, biosíntesis de la metionina en mamíferos, Isomerización del metilmalonato a succinato en mamíferos, isomerización del βmetil aspartato a glutamato en Clostridium tetanomorphum, conversión de aldehídos en dioles en algunas bacterias (Forrellat, 1999). La vitamina B12 no es producida ni por animales, plantas y levaduras, solo es producida por bacterias; algunas de estas se encuentran en el aparato digestivo de los animales que lo proveen de esta vitamina (Rodrigo, 2007).

El selenio (Se) es uno de los minerales esenciales para el funcionamiento normal de la mayoría de los sistemas de órganos incluyendo el corazón, músculo, hígado y riñones tanto en los animales como en los seres humanos (Desta *et al*., 2011). Tiene efectos sustanciales sobre la función inmunológica, estos efectos se extienden a la inmunidad mediada por células, la inmunidad humoral y la función inmune no específica, y de igual manera en el mantenimiento y desarrollo de las funciones del organismo y también juega un papel importante en el mecanismo de defensa antioxidante celular a través de los sistemas enzimáticos de selenio-dependiente para los bovinos y otros animales (Maas *et al*., 2008; Desta *et al*., 2011). Se es una parte integral de la estructura de la glutatión peroxidasa (GSH-Px) (Enjalbert *et al.,* 1999), y

Superóxido dismutasa (SOD) (Oblitas *et al*., 2000; Ceballos *et al*., 2003; Beck *et al*., 2005; Maas *et al*., 2008). Puede cruzar fácilmente la placenta hacia el feto, mas sin embargo, no se transfiere muy bien a través del calostro o la leche. Por lo tanto, la disminución en las reservas de Se de las terneras después parto es una consideración importante, y una mayor caracterización de estos cambios sería útil (Maas *et al*., 2008).

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto del suministro de Se y vitamina B12 sobre la transferencia pasiva de inmunidad en becerras recién nacidas Holstein Friesian.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó, del 03 de diciembre del 2013 al 10 de diciembre del 2014, en un establo del municipio de Torreón, en el Estado de Coahuila de Zaragoza; éste se encuentra localizado en la región semi-desértica del norte de México a una altura entre 1000 y 2500 msnm, entre los paralelos 25° 42’ y 24° 48’ N y los meridianos 103° 31’ y 102° 58’ O (INEGI 2009).

Se utilizó el calostro de primer ordeño de vacas Holstein Friesian dentro de las primeras 24 h después del parto. Inmediatamente después de la colecta, se determinó la densidad de este producto, utilizando un calostrómetro (Biogenics Inc., Mapleton, Or., USA ®), a una temperatura de 22 °C al momento de la medición. El calostro con densidad 75 mg mL^{-1} de Ig se colocó en biberones (dos L • biberón) hasta su suministro a las crías, el calostro se refrigeró a 2°C.

Para observar el efecto del selenio y la vitamina B12 sobre la transferencia de inmunidad pasiva sé utilizaron a las hembras nacidas durante el período antes mencionado (n=520), las cuales fueron separadas de la madre al nacimiento y alojadas individualmente en jaulas de madera previamente lavadas y desinfectadas. La aplicación del producto con selenio y vitamina B12 se realizó dentro de los primeros 10 min posteriores al nacimiento por vía subcutánea. Se suministro 2 L $toma^{-1}$ de calostro con densidad de 75 mg mL^{-1} a todas las crías, además, la primera toma de calostro tuvo lugar en promedio dentro de las 1.5 h después del nacimiento, posteriormente se les proporciono una segunda toma (2 L) 6 h posteriores a la primera.

Entre las 24 y 48 h de vida se obtuvo una muestra de sangre de la vena yugular 5.0 mL de cada becerra en tubos Vacutainer ® la cual se dejó coagular a temperatura ambiente hasta la separación del suero. La lectura en un refractómetro (Vet 360, Reichert Inc. ®) del suero (g dL^{-1} de proteína sérica) se empleó como variable de la transferencia de inmunidad pasiva hacia las becerras. El análisis estadístico de la concentración de proteína sérica se realizó mediante estadística descriptiva.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los resultados obtenidos para la transferencia pasiva de inmunidad (Figura 1) observamos titulaciones por arriba del promedio en la transferencia exitosa de inmunidad. Se considera > 5.5 g dL^{-1}, una transferencia exitosa de inmunidad pasiva; 5.0 a 5.4 g dL^{-1}, una transferencia medianamente exitosa y < 5.0 g dL^{-1}, una transferencia incompleta de inmunidad pasiva (Quigley, 2001).

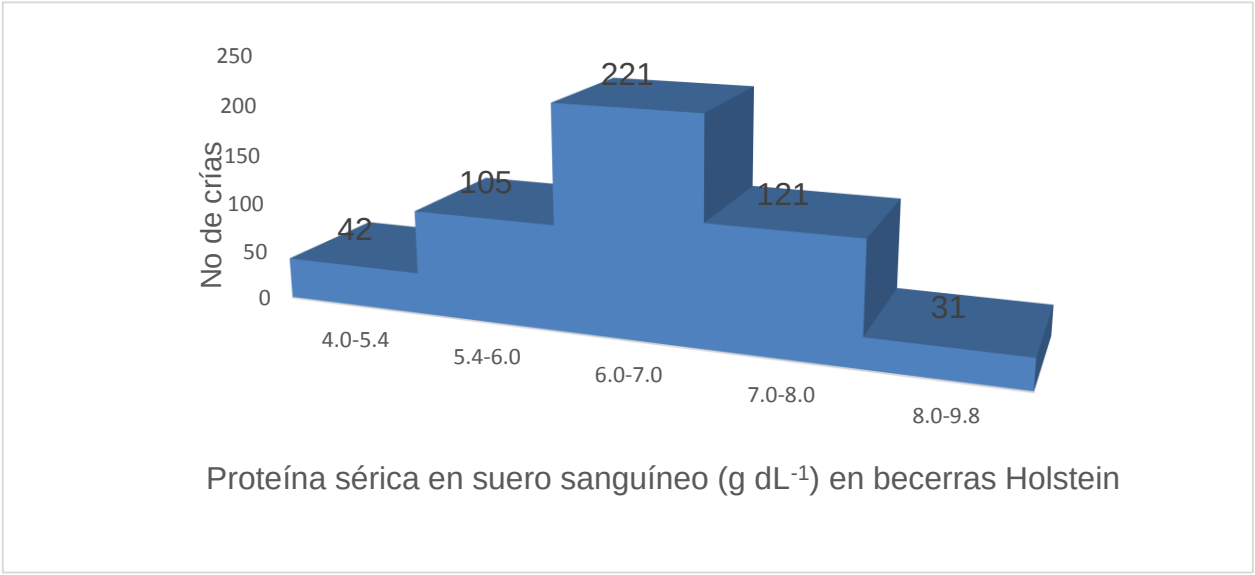


Figura 1. Histograma de los niveles de proteína sérica (g dL^{-1}) en becerras Holstein tratadas con selenio y vitamina B12.

La medición de la proteína sérica en suero mediante el refractómetro como estimación de la concentración de inmunoglobulina en suero es una prueba sencilla para evaluar la transferencia de inmunidad pasiva. McGuirk y Collins (2004), sugieren que una meta sería ≥ 80 % de las becerras sometidas a la prueba con el refractómetro alcancen o superen el punto de referencia (5.5 g dL^{-1}) de proteína sérica. Los resultados que se observan en el presente estudio 91 % de las cría obtuvieron una transferencia exitosa de inmunidad. El 9% presentó falla en la transferencia de inmunidad. Estos resultados se pueden asociar al consumo de las dos primeras tomas de calostro, éstas se suministraron durante las primeras 8 h de vida de las becerras, obteniendo así una mayor eficiencia de absorción de Ig.

Pérez *et al*. (2014) reportan el 100 % de las crías recién nacidas, obteniendo éxito en la transferencia de inmunidad pasiva a las cuales suministraron diferentes cantidades de Se y vitamina B12, en un establo de la Comarca Lagunera. Johnson *et al*. (2007), observaron 6.3 g dL^{-1} en becerras de 48 h de vida después de haber suministrado 3.8 L de calostro pasteurizado,

las mismas fueron alimentadas dentro de la primera y segunda h de vida. El principal factor que afecta la eficiencia de absorción de Ig es la edad de la becerra al momento de la alimentación. La eficiencia de transferencia de Ig a través del epitelio intestinal es óptima en las primeras cuatro h después del parto, pero después de seis h se produce un descenso progresivo de la eficiencia de absorción de Ig con el tiempo (Besser *et al*., 1985).

La absorción de una cantidad adecuada de Ig, a partir del calostro, es esencial para que las becerras puedan obtener inmunidad pasiva. Para que se obtenga una absorción adecuada de Ig, se requiere que la becerra sea capaz de absorber Ig del calostro lo cual dependerá del período de tiempo que transcurre entre el nacimiento y el suministro de este producto y que la becerra consuma una cantidad suficiente de Ig, lo cual está determinado por la concentración de Ig en el calostro y la cantidad consumida (Jaster, 2005).

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las cuales se realizó el estudio, la aplicación de Se y vitamina B12 puede aumentar la transferencia pasiva de inmunidad en las becerras recién nacidas. Sin embargo, se requiere llevar a cabo más investigaciones que incluyan diferentes dosis de aplicación en las diferentes etapas de desarrollo de las becerras.

BIBLIOGRAFIA

Beck P. A., Wistuba T. J., Davis M. E. and Gunter S. A. 2005. *C*ase study: Effects of feeding supplemental organic or inorganic selenium to cow-calf pairs on selenium status and immune responses of weaned beef calves. The Professional Animal Scientist 21 (2005):114–120.

Besser, T. E., A. E. Garmedia, T. C. McGuire y C. C. Gay. 1985. Effect of colostral immunoglobulin G_1 and immunoglobulin M concentrations on immunoglobulin absorption in calves. J Dairy Sci. 68:2033-2037.

Ceballos A., Wittwer F. G., Contreras P. A., Quiroz E. y Böhmwald H. L. 2002 Actividad sanguínea de glutatión peroxidasa como indicador del balance metabólico nutricional de selenio en rebaños lecheros de Manizales, Colombia. Rev. Col. Cienc. Pec. Vol. 16: 1, 2003.

Desta B., Maldonado G., Reid H., Puschner B., Maxwell J., Agasan A., Humphreys L. and Holt T. 2011. Acute selenium toxicosis in polo ponies. Journal of Veterinary Diagnostic Investigation: 23(3) 623–628.

Enjalbert F., Lebreton P., Salat O. y Schelcher F. 1999. Effects of pre- or postpartum selenium supplementation on selenium status in beef cows and their calves. Journal of Animal Science. 1999. 77:223-229

Forrellat, B. M., H. I. Gómis y G. H du D. Défaix. 1999. Vitamina B_{12}: metabolismo y aspectos clínicos de su deficiencia. Rev. Cubana Hematol Inmunol Hemoter. 15(3):159-74.

Godden, S. M., D. J. Smolenski, M. Donahue, J. M. Oakes, R. Bey, S. Wells, S. Sreevatsan, J. Stabel and J. Fetrow. 2012. Heat-treated colostrum and reduced morbidity in preweaned dairy calves: results of a randomized trial and examination of mechanisms of effectiveness. J. Dairy Sci. 95.4029-4040.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Torreón, Coahuila de Zaragoza. Clave geoestadística 05035.

Jaster, E. H. 2005. Evaluation of quality, quantity, and timing of colostrum feeding on immunoglobulin G1 absorption in Jersey calves. J. Dairy Sci. 88:296-302.

Johnson, J. L., S. M. Godden, T. Molitor, T. Ames, and D. Hagman. 2007. Effects of feeding heat-treated colostrum on passive transfer of immune and nutritional parameters in neonatal dairy calves. J. Dairy Sci. 90:5189-5198.

Lorenz, I., J. F. Mee, B. Earley and S. J. More. 2011. Calf health from birth to weaning. I. General aspects of disease prevention. Ir. Vet J. 64:2-8.

Maas J., Hoar B. R., Myers D. M., Tindall J., Puschner B. 2008. Concentrations of vitamin E and selenium in beef calves one month old. J. Vet. Diagn Invest. 20:86–89.

McGuirk, S. M. y M. Collins. 2004. Managing the production, storage and delivery of colostrum. Vet Clin North Am Food Anim Pract. 20(3):593-603.

Oblitas F., Contreras P. A., Phil M., Böhmwald H., Wittwer F. 2000. Efecto de la suplementación con selenio sobre la actividad sanguínea de glutation peroxidasa (GSH-Px) y ganancia de peso en bovinos selenio deficientes mantenidos a pastoreo. Arch. Med. Vet. Vol.32. No.1.

Pérez, R. E., A. J. González, O. E. J. Macia, R. B. P. Peña, G. L. E. Núñez. y A. R. González. 2014. Efecto del selenio y vitamina B12 sobre la transferencia pasiva de inmunidad en becerras recién nacidas Holstein Frisian. Memoeias de la XXVI Semana Internacional de Agronomía. Gómez Palacio, Durango.

Quigley, J. 2001. Calf Note #39. Using a refractometer. [en línea]. <http://www.calfnotes.com/pdffiles/CN039.pdf > [Consulta: 12 de enero de 2014]

Rodrigo, P. M[a] T. 2007. Vitamina B12 en el vegetarianismo. Criterios para su diagnostico. Medicina Naturista. Vol 1 - N° 2: 120-130.

Uetake, K. 2013. Newborn calf welfare: A review focusing on mortality rates. J. Anim Sci. 84:101-105.

CALIDAD DE CALOSTRO, PRODUCCION Y CALIDAD DE LECHE EN OVEJAS RESTRINGIDAS NUTRICIONALMENTE Y SUPLEMENTADAS CON VITAMINA E

Gámez Vázquez H.G[1]., Rosales Nieto C.A[1*]., Vélez Monroy L.I [2]., Flores Najera M [3]., Moron Cedillo F.J[4].

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental San Luis, San Luis Potosí, 78431, México.*Autor correspondencia (Email nieto_cesar@hotmail.com), [2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental La Laguna, 27440, México., [3]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Zacatecas, 98500, México., [4]Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, 78321, México

INTRODUCCIÓN

La desnutrición materna durante la gestación afecta el suministro de nutrientes al feto y, dependiendo del nivel de restricción, puede causar pérdidas fetales o puede comprometer la tasa de crecimiento postnatal de los corderos (Rumball *et al.,* 2009; Jenkinson *et al.,* 2012). Adicionalmente, la desnutrición materna también es asociada con una reducción en la producción y calidad de calostro y leche (O'Doherty y Crosby, 1996; Nørgaard *et al.,* 2008). El calostro es de gran importancia para el recién nacido, dado que la ingesta se asocia con la supervivencia y la ganancia diaria de peso (Decaluwé *et al.,* 2014). Por lo tanto, si no hay producción suficiente de calostro y leche, se puede reducir el vínculo materno (Dwyer *et al.,* 2003) y aumentar la mortalidad de los corderos (Scales *et al.,* 1986). La desnutrición materna también está asociada con reducción en la inmunidad, que es responsable de la protección contra varias infecciones (McFarlane y Hamid, 1973).

La función principal de la vitamina E es como antioxidante y el mantenimiento de la función inmune (Burton *et al.,* 1980). Inclusión de vitamina E en la dieta se ha asociado con incremento en la inmunidad y el rendimiento de los animales (Finch y Turner, 1996). La transferencia de nutrientes de la madre al feto se produce por medio de transferencia placentaria o por el consumo de calostro/leche. Sin embargo, ya que la vitamina E no atraviesa la placenta, los recién nacidos son altamente susceptibles a la deficiencia de vitamina E (van Saun *et al.,* 1989). Por lo tanto, la suplementación pre-parto de la vitamina E es muy importante para proporcionar a los recién nacidos con cantidades suficientes de vitamina E tanto en el calostro y la leche.

Sin embargo, no se sabe si la suplementación de vitamina E durante la gestación y lactación tendrá el mismo efecto cuando no se cumplen los requisitos de proteína y energía; un escenario recurrente en los sistemas de producción marginales de pequeños rumiantes. Por lo tanto, hemos probado si la suplementación con vitamina E durante la gestación y lactación en ovejas con moderada restricción nutricional afectaría la calidad del calostro y la producción y calidad de leche.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México. Ovejas adultas Rambouillet gestantes (n=37) nacidas y criadas en estas instalaciones y apareadas con un solo macho Rambouillet. A partir del último tercio de gestación (d -50), las ovejas fueron asignados aleatoriamente a uno o dos tratamientos: con suplemento de Vitamina E (VE; n = 20) y control (CON; n = 17, sin suplementos de vitamina E). La suplementación de vitamina E fue vía intramuscular a razón de 4 UI de vitamina E kg-1 de peso vivo. Se utilizó un producto comercial que contenían 27.2 UI mg-1 de α-tocoferol (vitamina E; Laboratorio Tornel, Estado de México; México). Las inyecciones intramusculares fueron semanalmente en el mismo día de la semana y a la misma hora (0800 h), desde el último tercio de gestación (d -50) al comienzo de la lactancia (d 60).

Las ovejas fueron separadas en base al tratamiento y posteriormente al parto fueron separadas en base al tratamiento y al número de corderos. Las ovejas fueron alimentadas con heno de alfalfa, heno de avena y ensilado de maíz forrajero y cada oveja (con corderos) recibió la dieta en corrales individuales (2,0 x 2,0 x 1,0 m) no más de 1.5 horas hasta el consumo total de su ración. Posterior a la alimentación, las ovejas regresaban al corral común en donde recibieron agua potable y minerales *ad libitum*. Con el fin de simular un escenario de pastizales marginal, la dieta tratamiento considero alrededor de 70% y 80% de los requisitos de energía y proteína, respectivamente (NRC, 2007; cuadro 1). El tratamiento dietético fue a partir del último tercio de la gestación (d -50) y hasta el día 60 de la lactancia (d 60). La dieta y dosis de la suplementación con vitamina E se ajustó cada 14 días basado en el peso en vivo. Cada oveja pario uno o dos corderos. El peso de las ovejas fue determinado cada dos semanas desde el último tercio de la gestación (d -50) al día 60 de la lactancia (d 60).

Cuadro 1. Composición de ingredientes, la composición de nutrientes y requerimiento nutricional (NRC) de la dieta ofertada para una oveja gestante de 60 kg.

Parámetro	NRC requerimiento	Dieta Experimental
Composición de Ingredientes (% en dieta)		
Heno de Alfalfa		24.2
Heno de Avena		45.5
Silo de Maíz		30.3
Composición de nutrientes		
PC (%)	10.7	8.9
EM (Mcal/kg)	2.1	1.5
Calcio (%)	0.35	0.35
Fosforo (%)	0.23	0.23

Inmediatamente después del parto, manualmente se obtuvo una muestra (10 ml) de calostro de un medio de la ubre. Las muestras de calostro se mantuvieron en un vial de plástico con dicromato de potasio como conservador a razón de 0.6 mg ml^{-1} y posteriormente congelado a -20°C hasta el análisis para los componentes de calostro. Las muestras de calostro se analizaron para proteína, grasa y lactosa utilizando un Milkoscan 133B (Foss Electric Hillerød, Dinamarca). Una semana después del parto, semanalmente se midió la producción y calidad de la leche. Las ovejas fueron ordeñadas antes de ser alimentadas el mismo día de la semana y al mismo tiempo, utilizando el protocolo de oxitocina (Bencini, 1995). En resumen, las ovejas fueron separadas de los corderos y ordeñadas a mano. Las ovejas recibieron una inyección intramuscular de 3 ml oxitocina de un producto comercial que contenían 20 UI mg^{-1} oxitocina (PISA agropecuaria, Hidalgo; México). La dosis aplicada de oxitocina fue de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Después de cinco minutos, las ovejas fueron ordeñadas y se registró el tiempo de la primera ordeña. Las ovejas fueron re-ordeñadas aproximadamente 3 horas más tarde, en el mismo orden que el del ordeño inicial, siguiendo el mismo protocolo de oxitocina. El peso de la leche obtenida en el segundo ordeño y el tiempo entre ordeños se registraron para obtener una estimación de la producción de leche por día. La muestra de leche (10 ml) de cada oveja se conservó con 0.6 mg ml^{-1} de dicromato de potasio y posteriormente se congeló a -20°C hasta el análisis de composición de leche. Después del segundo ordeño, los corderos y las ovejas se reunieron en su corral. Se determinó la composición de la leche (proteína, grasa, lactosa y solidos totales) mediante un Milkoscan 133B (Foss Electric Hillerød, Dinamarca).

La información se analizó con el paquete estadístico SAS versión 9.3 (SAS Institute Inc, Cary, NC, EE.UU.). Los datos de la calidad del calostro (proteínas, lactosa y grasa), la cantidad de leche (a las 24 h) y de calidad (grasa, proteína, lactosa, sólidos totales) se analizaron mediante procedimientos lineales de modelos mixtos y técnica de estimación de máxima verosimilitud restringida (PROC MIXED). El efecto fijo fue tratamientos y el número de identificación de cada oveja fue considerado como un efecto aleatorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La concentración promedio de proteína, grasa y lactosa en calostro fue 15.5±0.6%; 9.5±0.4% y 1.6±0.08%, respectivamente. Solamente contenido de lactosa en calostro difirió entre tratamientos ($P < 0,001$; Cuadro 2); pero no el contenido de proteína o grasa ($P > 0.05$; cuadro 2). Nuestros resultados concuerdan con lo reportado por Capper *et al.* (2006) quienes observaron que la administración de vitamina E al final de la gestación mejora la calidad del

calostro. Por otro lado, en nuestro estudio, la desnutrición materna no afecta las concentraciones de los componentes del calostro, ya que nuestros resultados están dentro del rango de los reportados en otros lugares en ovejas de tipo Merino (Banchero *et al.,* 2004). Este es de gran importancia, porque durante el desarrollo fetal, la energía y la proteína son importantes, sobre todo durante el último trimestre de gestación (Sykes y Field, 1972). Por lo tanto, nuestros resultados sugieren que la concentración de constituyentes en el calostro puede ser influenciada por la suplementación con vitamina E incluso cuando las ovejas enfrentan una restricción nutricional de proteína y energía durante el último tercio de gestación.

Cuadro 2. Composición de calostro (proteína, grasa y lactosa) de ovejas que recibieron suplementación de vitamina E (VE) o no (CON).

	VE	CON	SEM	Valor P
Proteína (%)	16.2	14.3	1.8	0.15
Grasa (%)	9.9	8.9	1.3	0.27
Lactosa (%)	1.9	1.2	0.18	0.001

SEM: Error estandar de la media

El promedio de leche producida fue de 2039±73 g día^{-1}. No se observaron diferencia entre tratamientos (P > 0.05; Cuadro 3). La concentración promedio de proteína, grasa, lactosa y solidos totales en la leche fue de 3.6±0.03%, 5.5±0.1% y 3.6±0.03% y 10.1±0.09%, respectivamente. El contenido de grasa en leche difirió entre tratamientos (P < 0.01; 5,7% para VE vs. 5,2% para CON); sin embargo el contenido de proteína, lactosa y solidos totales no difirió entre tratamientos (P > 0.05). A pesar de que la suplementación no aumento la producción de leche, ni la concentración de proteína, lactosa y solidos totales; la suplementación incremento la concentración de grasa en leche. Nuestros resultados son extendidos por Casamassima *et al.* (2014) en ovejas Lacaune y Liu *et al.* (2008) y Tufarelli y Laudadio (2011) en las vacas lecheras, observaron un aumento en la grasa de la leche debido a la administración de vitamina E. Así mismo, el observar que la suplementación de vitamina E no afectó la producción de leche, proteína y lactosa en la leche está de acuerdo con otros estudios (Focant *et al.,* 1998; Baldi et al., 2000; Kay *et al.,* 2005). Por otra parte, la desnutrición materna prolongada durante la gestación y la lactancia parece no afectar la producción y calidad de la leche, ya que nuestros resultados están de acuerdo con Ochoa-Cordero et al. (2002). Ciertamente, las ovejas utilizadas por Ochoa-Cordero *et al*. (2002) fueron genéticamente similares; pero el manejo fue intensivo y con una alimentación adecuada. Sin embargo, se observaron valores muy similares para la producción de leche y la concentración de grasa, lactosa y solidos totales en la leche como se informa en este experimento. Por lo

tanto, la administración de vitamina E en la última etapa de la gestación y la lactancia temprana puede moderar los efectos negativos de la desnutrición materna sobre la producción y calidad de la leche.

Cuadro 3. Producción de leche y composición (proteína, grasa, lactosa, y solidos totales) de ovejas que recibieron suplementación de vitamina E (VE) o no (CON).

	VE	CON	SEM	Valor P
Producción de leche (g/d)	2202	1983	499	0.5
Proteína (%)	3.6	3.8	0.15	0.18
Grasa (%)	6.1	5.4	0.4	0.04
Lactosa (%)	5.4	5.7	0.2	0.2
Solidos Totales (%)	10	10.5	0.4	0.16

SEM: Error estandar de la media

Concluimos que cuando los requerimientos nutricionales no se cumplen; el suplementar a las hembras gestantes con vitamina E durante la etapa final de la gestación y parte inicial de la lactación podría ser una estrategia eficaz para mejorar la calidad tanto de calostro y leche. Estos resultados son de vital importancia desde el punto vista energético durante la vida temprana (calostro) y antes del destete (leche) de los corderos cuyas madres enfrentan una restricción nutricional leve.

BIBLIOGRAFÍA

Baldi, A., Savoini, G., Pinotti, L., Monfardini, E., Cheli, F., Orto, V.D., 2000. Effects of vitamin E and different energy sources on vitamin E status, milk quality and reproduction in transition cows. J. Vet. Med. A. 47, 599-608.

Banchero, G.E., Quintans, G., Martin, G.B., Lindsay, D.R., Milton, J.T.B., 2004. Nutrition and colostrum production in sheep. 1. Metabolic and hormonal responses to a high-energy supplement in the final stages of pregnancy. Reprod. Fertil. Dev. 16, 633-643.

Bencini, R., 1995. Use of intramuscular oxytocin injections to measure milk output in nondairy sheep, and its effect on milk composition. Aust. J. Exp. Agric. 35, 563-565.

Burton, G.W., Le Page, Y., Gabe, E.J., Ingold, K.U., 1980. Antioxidant activity of vitamin E and related phenols. Importance of stereoelectronic factors. J. Am. Chem. Soc. 102, 7791-7792.

Capper, J.L., Wilkinson, R.G., Mackenzie, A.M., Sinclair, L.A., 2006. Polyunsaturated fatty acid supplementation during pregnancy alters neonatal behavior in sheep. J. Nutr. 136, 397-403.

Casamassima, D., Nardoia, M., Palazzo, M., Vizzarri, F., D'Alessandro, A.G., Corino, C., 2014. Effect of dietary extruded linseed, verbascoside and vitamin E supplements on yield and quality of milk in Lacaune ewes. J. Dairy Res. 81, 485-493.

Decaluwé, R., Maes, D., Wuyts, B., Cools, A., Piepers, S., Janssens, G.P.J., 2014. Piglets ′colostrum intake associates with daily weight gain and survival until weaning. Livest. Sci. 162, 185-192.

Dwyer, C.M., Lawrence, A.B., Bishop, S.C., Lewis, M., 2003. Ewe–lamb bonding behaviours at birth are affected by maternal undernutrition in pregnancy. Br. J. Nutr. 89, 123-136.

Finch, J.M., Turner, R.J., 1996. Effects of selenium and vitamin E on the immune responses of domestic animals. Res. Vet. Sci. 60, 97-106.

Focant, M., Mignolet, E., Marique, M., Clabots, F., Breyne, T., Dalemans, D., Larondelle, Y., 1998. The Effect of vitamin E supplementation of cow diets containing rapeseed and linseed on the prevention of milk fat oxidation. J. Dairy Sci. 81, 1095-1101.

Jenkinson, C.M.C., Earl, A.K., Kenyon, P.R., Blair, H.T., 2012. Effects of maternal nutrition during pregnancy on fetal growth and maternal constraint in sheep. Anim. Prod. Sci. 52, 524-532.

Kay, J.K., Roche, J.R., Kolver, E.S., Thomson, N.A., Baumgard, L.H., 2005. A comparison between feeding systems (pasture and TMR) and the effect of vitamin E supplementation on plasma and milk fatty acid profiles in dairy cows. J. Dairy Res. 72, 322-332.

Liu, Z.L., Yang, D.P., Chen, P., Dong, W.X., Wang, D.M., 2008. Supplementation with selenium and vitamin E improves milk fat depression and fatty acid composition in dairy cows fed fat diet. Asian Australas. J. Anim. Sci 21, 838-844.

McFarlane, H., Hamid, J., 1973. Cell-mediated immune response in malnutrition. Clin. Exp. Immunol. 13, 153-164.

Nørgaard, J.V., Nielsen, M.O., Theil, P.K., Sørensen, M.T., Safayi, S., Sejrsen, K., 2008. Development of mammary glands of fat sheep submitted to restricted feeding during late pregnancy. Small Ruminant Res. 76, 155-165.

Ochoa-Cordero, M.A., Torres-Hernández, G., Ochoa-Alfaro, A.E., Vega-Roque, L., Mandeville, P.B., 2002. Milk yield and composition of Rambouillet ewes under intensive management. Small Ruminant Res. 43, 269-274.

O'Doherty, J.V., Crosby, T.F., 1996. The effect of diet in late pregnancy on progesterone concentration and colostrum yield in ewes. Theriogenology 46, 233-241.

Rumball, C.W.H., Bloomfield, F.H., Oliver, M.H., Harding, J.E., 2009. Different periods of periconceptional undernutrition have different effects on growth, metabolic and endocrine status in fetal sheep. Pediatr. Res. 66, 605-613.

SAS Institute. 2010. SAS/Stat User's guide, Version 9.3. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Scales, G.H., Burton, R.N., Moss, R.A., 1986. Lamb mortality, birthweight, and nutrition in late pregnancy. N. Z. J. Agric. Res. 29, 75-82.

Sykes, A.R., Field, A.C., 1972. Effects of dietary deficiencies of energy, protein and calcium on the pregnant ewe. III. Some observations on the use of biochemical parameters in controlling energy undernutrition during pregnancy and on the efficiency of utilization of energy and protein for foetal growth. J. Agric. Sci. 78, 127-133.

Tufarelli, V., Laudadio, V., 2011. Dietary supplementation with selenium and vitamin E improves milk yield, composition and rheological properties of dairy Jonica goats. J. Dairy Res. 78, 144-148.

van Saun, R.J., Herdt, T.H., Stowe, H.D., 1989. Maternal and fetal selenium concentrations and their interrelationships in dairy cattle. J. Nutr. 119, 1128-1137.

RESTRICCION ALIMENTICIA MATERNA DURANTE LA GESTACION Y LACTACION Y SUPLEMENTACION DE VITAMINA E SOBRE DESARROLLO DE CORDEROS

Gámez Vázquez H.G[1]., Rosales Nieto C.A[1*]., Flores Najera M[2]., Vélez Monroy L.I[3]., Morón Cedillo F.J[4].

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental San Luis,San Luis Potosí, 78431, México. *Autor correspondencia (Email nieto_cesar@hotmail.com)
[2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental La Laguna, 27440, México.[3]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Zacatecas, 98500, México.[4]Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, 78321, México

INTRODUCCIÓN

La desnutrición materna durante la gestación afecta el suministro de nutrientes al feto y, dependiendo del nivel de restricción, puede causar pérdidas fetales o puede comprometer la secreción fetal de IGF-I y consecuentemente la tasa de crecimiento (Heasman *et al.,* 2000, Rumball et al., 2009; Jenkinson *et al.,* 2012). La restricción de crecimiento fetal está asociada con bajos pesos al nacimiento, reducido comportamiento del cordero y puede afectar la regulación metabólica en el desarrollo postnatal, poniendo en riesgo la supervivencia de los recién nacidos (Wallace *et al.,* 1996; Dwyer *et al.,* 2003; Vonnahme *et al.,* 2003). Adicionalmente, mientras la desnutrición materna es asociada con una reducción en la producción y calidad de calostro y leche (O'Doherty y Crosby, 1996; Nørgaard *et al.,* 2008); la ingesta de calostro del recién nacido está asociada con la supervivencia y la ganancia diaria de peso (Decaluwé *et al.,* 2014). Además, la desnutrición materna durante la gestación y/o lactancia ha sido demostrado que afecta el rendimiento reproductivo posterior en la descendencia (Gunn *et al.,* 1995; Rhind *et al.,* 1998). Por lo tanto, los animales restringidos durante la vida fetal y los animales con bajo peso al nacimiento tienen ganancias de peso inferiores durante el pre-destete y post-destete (Da Silva *et al.,* 2001). El no poder conseguir suficiente peso corporal afectará el inicio de la pubertad; siendo los corderos más pesados los que alcanzan la pubertad antes que sus homólogos más delgados (Rosales Nieto et *al.,* 2013; 2015).

Además, la desnutrición materna durante la gestación esta asociada con efectos negativos en la inmunidad mediada por células (McFarlane y Hamid, 1973). Sin embargo, la administración de vitamina E puede aliviar esta situación, ya que la suplementación con vitamina E reduce los síntomas y la incidencia de la enfermedad en los rumiantes (Reddy *et al.,* 1986) debido a sus funciones antioxidantes e inmunomoduladores (Kasimanickam *et al.,* 2012). Sin embargo, la vitamina E no atraviesa la placenta; por lo tanto, los recién nacidos son altamente susceptibles

a la deficiencia de vitamina E (van Saun *et al.,* 1989). Sin embargo, los recién nacidos obtienen la vitamina E del calostro y la leche; por lo tanto, la suplementación pre-parto de la vitamina E es muy importante para proporcionar a los recién nacidos con cantidades suficientes de vitamina E tanto en el calostro y la leche (Njeru *et al.,* 1994; Capper *et al., 2005).*

Sin embargo, no se sabe si el peso al nacimiento, la ganancia diaria de peso y el peso al destete de los corderos se verían afectados por las ovejas que enfrenta una desnutrición durante la gestación y lactancia mientras reciben suplementos de vitamina E. Por lo tanto, hemos probado si la suplementación con vitamina E durante el último tercio de la gestación y la lactancia temprana en ovejas que enfrenta una restricción nutricional no severa afectaría el peso al nacimiento, la ganancia diaria de peso y el peso al destete de los corderos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México. Ovejas adultas Rambouillet gestantes (n=37) nacidas y criadas en estas instalaciones y apareadas con un solo macho Rambouillet. A partir del último tercio de gestación (d -50), las ovejas fueron asignados aleatoriamente a uno o dos tratamientos: con suplemento de Vitamina E (VE; n = 20) y control (CON; n = 17, sin suplementos de vitamina E). La suplementación de vitamina E fue vía intramuscular a razón de 4 UI de vitamina E kg^{-1} de peso vivo. Se utilizó un producto comercial que contenían 27.2 UI mg^{-1} de α-tocoferol (vitamina E; Laboratorio Tornel, Estado de México; México). Las inyecciones intramusculares fueron semanalmente en el mismo día de la semana y a la misma hora (0800 h), desde el último tercio de la gestación (d -50) al comienzo de la lactancia (d 60).

Las ovejas fueron separadas en base al tratamiento y posteriormente al parto fueron separadas en base al tratamiento y al número de corderos. Las ovejas fueron alimentadas con heno de alfalfa, heno de avena y silo de maíz forrajero y cada oveja (con corderos) recibió la dieta en corrales individuales (2,0 x 2,0 x 1,0 m) no más de 1.5 horas hasta el consumo total de su ración. Posterior a la alimentación, las ovejas regresaban al corral común en donde recibieron agua potable y minerales ad libitum. Con el fin de simular un escenario de pastizales marginal, la dieta tratamiento considero alrededor de 70% y 80% de los requisitos de energía y proteína, respectivamente (NRC, 2007; Cuadro 1). El tratamiento dietético fue a partir del último tercio de la gestación (d -50) y hasta el día 60 de la lactancia (d 60). La dieta y dosis de la suplementación con vitamina E se ajustó cada 14 días basado en el peso en vivo. Cada oveja parió a uno o dos corderos. En total, nacieron 52 corderos, 21 hembras y 31 machos. Al parto, se registró el peso al nacimiento, el sexo y el tamaño de camada. El peso vivo de las ovejas se

registró cada dos semanas desde el último tercio de la gestación (d -50) al día 60 de la lactancia (d 60), mientras que el peso vivo de la progenie se registró cada semana desde el nacimiento (día 0) al destete (60 d). Estos datos se utilizaron para determinar la ganancia de peso desde el nacimiento hasta el destete de la progenie.

Cuadro 1. Composición de ingredientes, la composición de nutrientes y requerimientos nutricionales (NRC) de la dieta ofertada para una oveja gestante de 60 kg.

Parámetro	NRC requerimiento	Dieta Experimental
Composición de Ingredientes (% en dieta)		
Heno de Alfalfa		24.2
Heno de Avena		45.5
Silo de Maíz		30.3
Composición de nutrientes		
PC (%)	10.7	8.9
EM (Mcal/kg)	2.1	1.5
Calcio (%)	0.35	0.35
Fosforo (%)	0.23	0.23

La información se analizó con el paquete estadístico SAS versión 9.3 (SAS Institute Inc, Cary, NC, EE.UU.).

La ganancia de peso diaria (LWG) se determinó para cada cordero utilizando una regresión de coeficientes aleatorios incluyendo una línea cúbica por el tiempo, que se considera apropiado cuando la respuesta es lineal (TRANSREG). El peso al nacimiento (BWT), ganancia de peso diaria (LWC) y el peso al destete (WWT) de la progenie se analizaron mediante modelos mixtos y técnica de estimación de máxima verosimilitud restringida (PROC MIXED). El efecto fijo fue tratamiento. El peso al nacimiento de la progenie y la ganancia de peso vivo fueron incluidos de forma independiente. Número de identificación de oveja se usó como un efecto aleatorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El BWT promedio de la progenie fue de 5.1± 0.11 kg y sin diferencias entre tratamientos ($P > 0.05$; cuadro 2). La suplementación de vitamina E al final de la gestación no mejoro el peso al nacimiento de la progenie y concuerda con lo reportado con otros estudios (Rooke et al., 2009; Awawdeh et al., 2015). Ciertamente, la desnutrición materna no afectó el BWT de la progenie de acuerdo a lo informado en este estudio dado que el BWT está dentro del parámetro para la raza Rambouillet reportado por Bromley et al. (2000) y Hanford et al. (2005).

El LWG promedio de la progenie fue 218±11 g día^{-1}. En promedio, los corderos nacidos de madres del tratamiento VE crecieron más rápido que los corderos que nacieron de madres del tratamiento CON ($P < 0.05$; cuadro 2). LWG de la progenie se asoció positivamente con su

BWT (P < 0.001; figura 1). El WWT promedio general de la progenie fue de 15±0.7 kg. En promedio, los corderos nacidos de madres del tratamiento VE fueron más pesados al destete que los corderos nacidos de madres del tratamiento CON (P < 0.05). WWT de la progenie se asoció positivamente con su BWT (P <0,05) y LWG (P < 0.001; cuadro 2). Extendiendo nuestros resultados, Ali et al. (2004) en Polypay x ovejas Dorset y Soliman et al. (2012) en Osimi x Chios ovejas, observaron que el suplementar vitamina E durante la gestación tardía mejoró el LWG y WWT de la progenie. Por otra parte, la desnutrición materna durante la lactancia temprana no parece afectar a la LWG y WWT de la progenie cuando la vitamina E se complementa durante la gestación tardía ya que nuestros resultados están dentro del rango de raza Rambouillet informado por Bromley et al. (2000) y Hanford et al. (2005).

Cuadro 2. Desarrollo desde el nacimiento hasta el destete (peso al nacimiento [BWT], ganancia diaria de peso [LWG] y peso al destete [WWT[) de corderos de ovejas que recibieron suplementación de vitamina E durante la gestación o lactación (VE) o no (CON).

	Desarrollo de corderos		
Variable	BWT (kg)	LWG (g day^{-1})	WWT (kg)
Tratamiento / Valor P	NS	*	*
VE	5.4±0.2	239±14	16.5±0.8
CN	4.9±0.2	195±15	13.5±0.9
BWT / Valor P	NA	***	*
LWG / Valor P	NA	NA	***

Valor P: * P ≤ 0.05; ** P ≤ 0.01; *** P ≤ 0.001; NS P > 0.05; NA no aplicable

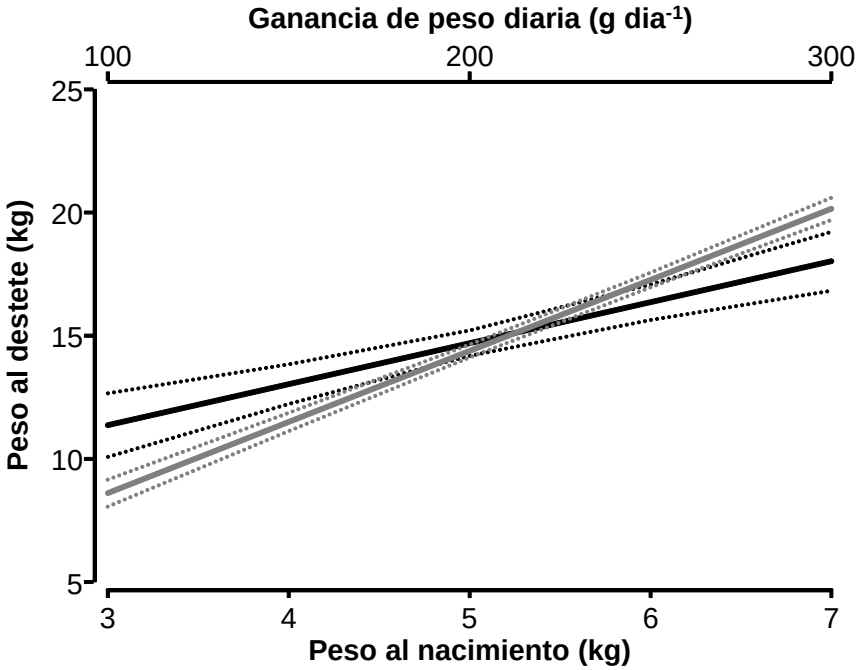


Figura 1. Relación entre el peso al nacimiento (línea negra solida) y ganancia de peso diaria (línea gris solida) y peso al destete de corderos nacidos de madres que fueron suplementadas con vitamina E desde el último tercio de gestación hasta el día 60 de lactación. Las líneas punteadas representan los valores altos y bajos al 95% del límite de confianza.

Para concluir, cuando los requerimientos nutricionales durante la gestación y lactación no están totalmente cubiertos, el suplementar a las ovejas con vitamina E durante estas etapas podría ser una estrategia interesante para aumentar el LWG y WWT de la progenie. Estos resultados son de gran importancia desde el punto de vista de la supervivencia y el punto de vista reproductivo, ya que los corderos más pesados al destete alcanzan la pubertad antes. Estos resultados son de vital importancia para los corderos cuyas madres enfrentan una restricción nutricional leve en los sistemas de producción ovina de condiciones marginales.

BIBLIOGRAFÍA

Ali, A., Morrical, D.G., Hoffman, M.P., Al-Essa, M.F., 2004. Evaluation of Vitamin E and Selenium Supplementation in Late Gestation on Lamb Survival and Pre-Weaning Growth. The Professional Animal Scientist 20, 506-511.

Awawdeh, M.S., Talafha, A.Q., Obeidat, B.S., 2015. Postpartum injection with vitamin E and selenium failed to improve the performance of Awassi ewes and their lambs. Canadian Journal of Animal Science 95, 111-115.

Bromley, C.M., Snowder, G.D., Van Vleck, L.D., 2000. Genetic parameters among weight, prolificacy, and wool traits of Columbia, Polypay, Rambouillet, and Targhee sheep. Journal of Animal Science 78, 846-858.

Capper, J.L., Wilkinson, R.G., Kasapidou, E., Pattinson, S.E., Mackenzie, A.M., Sinclair, L.A., 2005. The effect of dietary vitamin E and fatty acid supplementation of pregnant and lactating ewes on placental and mammary transfer of vitamin E to the lamb. British Journal of Nutrition 93, 549-557.

Da Silva, P., Aitken, R., Rhind, S., Racey, P., Wallace, J., 2001. Influence of placentally mediated fetal growth restriction on the onset of puberty in male and female lambs. Reproduction 122, 375-383.

Decaluwé, R., Maes, D., Wuyts, B., Cools, A., Piepers, S., Janssens, G.P.J., 2014. Piglets ′colostrum intake associates with daily weight gain and survival until weaning. Livestock Science 162, 185-192.

Dwyer, C.M., Lawrence, A.B., Bishop, S.C., Lewis, M., 2003. Ewe–lamb bonding behaviours at birth are affected by maternal undernutrition in pregnancy. British Journal of Nutrition 89, 123-136.

Gunn, R.G., Sim, D.A., Hunter, E.A., 1995. Effects of nutrition in utero and in early life on the subsequent lifetime reproductive performance of Scottish Blackface ewes in two management systems. Animal Science 60, 223-230.

Hanford, K.J., Van Vleck, L.D., Snowder, G.D., 2005. Estimates of genetic parameters and genetic change for reproduction, weight, and wool characteristics of Rambouillet sheep. Small Ruminant Research 57, 175-186.

Heasman, L., Brameld, J., Mostyn, A., Budge, H., Dawson, J., Buttery, P., Stephenson, T., Symonds, M.E., 2000. Maternal nutrient restriction during early to mid gestation alters the relationship between insulin-like growth factor I and bodyweight at term in fetal sheep. Reproduction, Fertility and Development 12, 345-350.

Jenkinson, C.M.C., Earl, A.K., Kenyon, P.R., Blair, H.T., 2012. Effects of maternal nutrition during pregnancy on fetal growth and maternal constraint in sheep. Animal Production Science 52, 524-532.

Kasimanickam, R., Kasimanickam, V., Haldorson, G., Tibary, A., 2012. Effect of tocopherol supplementation during last trimester of pregnancy on mRNA abundances of interleukins and angiogenesis in ovine placenta and uterus. Reprod Biol Endocrinol 10, 1-8

McFarlane, H., Hamid, J., 1973. Cell-mediated immune response in malnutrition. Clin. Exp. Immunol. 13, 153-164.

Njeru, C.A., McDowell, L.R., Wilkinson, N.S., Linda, S.B., Williams, S.N., 1994. Pre- and postpartum supplemental DL-alpha-tocopheryl acetate effects on placental and mammary vitamin E transfer in sheep. J. Anim. Sci. 72, 1636-1640.

Nørgaard, J.V., Nielsen, M.O., Theil, P.K., Sørensen, M.T., Safayi, S., Sejrsen, K., 2008. Development of mammary glands of fat sheep submitted to restricted feeding during late pregnancy. Small Ruminant Research 76, 155-165.

NRC. 2007. Nutrient Requirements of Small ruminants, sheep, goats, cervids, and new world camelids (1st Ed.). National Academy Press, Washington, DC.

O'Doherty, J.V., Crosby, T.F., 1996. The effect of diet in late pregnancy on progesterone concentration and colostrum yield in ewes. Theriogenology 46, 233-241.

Reddy, P.G., Morrill, J.L., Minocha, H.C., Morrill, M.B., Dayton, A.D., Frey, R.A., 1986. Effect of Supplemental Vitamin E on the Immune System of Calves1,2. J. Dairy Sci. 69, 164-171.

Rhind, S.M., Elston, D.A., Jones, J.R., Rees, M.E., McMillen, S.R., Gunn, R.G., 1998. Effects of restriction of growth and development of Brecon Cheviot ewe lambs on subsequent lifetime reproductive performance. Small Ruminant Research 30, 121-126.

Rooke, J.A., Matheson, S., Ison, S., Jack, M., Ashworth, C.J., Dwyer, C.M., 2009. The effect of late pregnancy supplementation of ewes with vitamin E on lamb vigour. animal 3, 1555-1561.

Rosales Nieto, C.A., Ferguson, M.B., Macleay, C.A., Briegel, J.R., Wood, D.A., Martin, G.B., Thompson, A.N., 2013. Ewe lambs with higher breeding values for growth achieve higher reproductive performance when mated at age 8 months. Theriogenology 80, 427-435.

Rosales Nieto, C.A., Ferguson, M.B., Thompson, H., Briegel, J.R., Macleay, C.A., Martin, G.B., Thompson, A.N., 2015. Relationships among Puberty, Muscle and Fat, and Liveweight Gain during Mating in Young Female Sheep. Reproduction in Domestic Animals 50, 637-642.

Rumball, C.W.H., Bloomfield, F.H., Oliver, M.H., Harding, J.E., 2009. Different Periods of Periconceptional Undernutrition Have Different Effects on Growth, Metabolic and Endocrine Status in Fetal Sheep. Pediatr Res 66, 605-613.

SAS Institute. 2010. SAS/Stat User's guide, Version 9.3. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Soliman, E. B., Abd El-Moty, A. K. I., Kassab, A. Y., 2012. Combined effect of vitamin E and selenium on some productive and physiological characteristics of ewes and their lambs during suckling period. Egyptian Journal of Sheep & Goat Sciences, 7, 31 – 42.

van Saun, R.J., Herdt, T.H., Stowe, H.D., 1989. Maternal and Fetal Selenium Concentrations and their Interrelationships in Dairy Cattle. The Journal of Nutrition 119, 1128-1137.

Vonnahme, K.A., Hess, B.W., Hansen, T.R., McCormick, R.J., Rule, D.C., Moss, G.E., Murdoch, W.J., Nijland, M.J., Skinner, D.C., Nathanielsz, P.W., Ford, S.P., 2003. Maternal Undernutrition from Early- to Mid-Gestation Leads to Growth Retardation, Cardiac Ventricular Hypertrophy, and Increased Liver Weight in the Fetal Sheep. Biology of Reproduction 69, 133-140.

Wallace, J.M., Aitken, R.P., Cheyne, M.A., 1996. Nutrient partitioning and fetal growth in rapidly growing adolescent ewes. Journal of Reproduction and Fertility 107, 183-190.

EFECTO DE LOS FACTORES AMBIENTALES SOBRE LA COMPOSICIÓN DE LECHE DE CABRAS CRIOLLAS DEL ALTIPLANO POTOSINO

Rosales Nieto C.A[1*]., Vélez Monroy L.I [2]., Flores Najera M [3]., Gámez Vázquez H.G[1]., Urrutia Morales J[1].

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental San Luis, San Luis Potosí, 78431, México. *Autor correspondencia (Email nieto_cesar@hotmail.com)
[2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental La Laguna, 27440, México.
[3]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Zacatecas, 98500, México.

INTRODUCCIÓN

En México, la caprinocultura que está asentada en las regiones áridas y semiáridas, en su mayoría, son de tipo extensivo con un manejo rustico y poco apoyo tecnológico y económico (Echavarría *et al.,* 2006). En estas regiones, el alimento disponible en el agostadero, generalmente, no alcanza a cubrir los requerimientos nutricionales, por lo que la alimentación limitada repercute negativamente en la eficiencia productiva y reproductiva de las cabras. La desnutrición materna está asociada con un desarrollo inadecuado de la glándula mamaria al no contar con los nutrientes necesarios (Mellor y Murray, 1985; Neville *et al.,* 2013). Esto limita o inhibe la producción y calidad de calostro y leche (O'Doherty y Crosby, 1996; Nørgaard *et al.,* 2008; Swanson *et al.,* 2008). El calostro es de gran importancia para el recién nacido, dado que la ingesta se asocia con la supervivencia y la ganancia diaria de peso (Decaluwé *et al,* 2014). Por lo tanto, si no hay producción suficiente de calostro y leche, se puede reducir el vínculo materno (Ramírez-Vera *et al.,* 2012) y aumentar la mortalidad de los corderos (Scales *et al.,* 1986). De tal manera que existe una fuerte correlación genética entre la producción materna de leche y la tasa de crecimiento de la progenie (Afolayan *et al.,* 2009a). La composición y producción de leche varía entre hembras, inclusive dentro del mismo genotipo (Burris y Baugus, 1955; Snowder y Glimp, 1991). Parte de esta variación se debe a diferencias en la masa corporal, con las hembras más pesadas produciendo más leche que las hembras más ligeras. Además, el genotipo de la cría ha sido demostrado que afectan a la producción de leche, posiblemente debido a una relación entre el peso de nacimiento de la progenie y la producción de leche de sus madres (Pulina *et al.,* 1996). Adicionalmente, la composición láctea (proteína, grasa, lactosa y solidos totales) también puede explicar la variación en la tasa de crecimiento de los corderos (Scales, 1968). Por lo tanto, la composición y producción de leche son un componente importante para la crianza del recién nacido y un factor limitante en aquellas razas con bajo potencial productor de leche.

Sin embargo, en los sistemas extensivos del Altiplano Mexicano, la producción de leche es considerada como un producto secundario. Esto es debido a la limitada producción y variable composición (< 500 ml día^{-1}; Sánchez de la Rosa *et al.,* 2006). Se estima que el volumen de producción anual es de 152,332 toneladas de leche y 77,600 toneladas de carne (SIAP, 2015); sin embargo, esto no alcanza a cubrir la demanda nacional e internacional. Por lo que se estima que la productividad de los rebaños se ubica por debajo de la tercera parte de su potencial. Este escenario genera una excelente ventana de oportunidad con el objetivo de delinear estrategias de manejo para incrementar la producción y eficiencia productiva. Lo anterior permitiría reducir el déficit nacional de carne y leche caprina y satisfacer la demanda interna.

Adicionalmente, el modelo de producción es caracterizado por un manejo condicionado por los efectos del medio ambiente, los cuales limitan su productividad. Sin embargo, existe escasa información acerca del efecto de los factores ambientales como precipitación y temperatura sobre la composición de leche caprina en el Altiplano Mexicano. Por lo que el objetivo del trabajo fue el de determinar si la composición de leche (proteína, grasa, lactosa y solidos totales) es afectada por los cambios variables de precipitación, temperatura máxima y mínima.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la comunidad de Encarnación del municipio de Ahualulco, San Luis Potosí. Cabras criollas adultas con encaste Nubio (n=40) fueron seleccionadas en el mes de Mayo 2014. Las hembras fueron sincronizadas y empadradas en el mes de Julio 2014. Las cabras parieron en el mes de diciembre 2014 y al parto se determinó el peso al nacimiento, tipo de parto y sexo de los cabritos. Adicionalmente al parto, las hembras con sus crías fueron asignadas en base a tipo de parto (sencillo o doble) a uno o dos grupos: Grupo A (n=20) permaneció en corral y recibió alfalfa a razón de 3% de su peso vivo. La alfalfa fue introducida paulatinamente dentro de los primeros 10 días después de la separación de los grupos. Grupo P (n=20) permaneció de acuerdo a las condiciones del productor cooperante que implica pastoreo de la vegetación disponible de 11 am hasta 6 pm y sin suplementación. Ambos grupos recibieron minerales y agua *ad libitum*.

Una semana después del parto, semanalmente se midió la producción de la leche. Las cabras fueron ordeñadas antes de ser alimentadas y antes de salir a pastorear el mismo día de la semana y e iniciando al mismo tiempo, utilizando el protocolo de oxitocina (Bencini, 1995). En resumen, las cabras fueron separadas de los cabritos y ordeñadas a mano. Las cabras recibieron una inyección intramuscular de 3 ml oxitocina de un producto comercial que contenían 20 UI mg^{-1} oxitocina (PISA agropecuaria, Hidalgo; México). La dosis aplicada de

oxitocina fue de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Después de cinco minutos, las cabras fueron ordeñadas y se registró el tiempo de la primera ordeña. Las cabras fueron re-ordeñadas aproximadamente 3 horas más tarde, en el mismo orden que el del ordeño inicial, siguiendo el mismo protocolo de oxitocina. El peso de la leche obtenida en el segundo ordeño y el tiempo entre ordeños se registraron para obtener una estimación de la producción de leche por día. La muestra de leche (10 ml) de cada cabra se conservó con 0.6 mg ml^{-1} de dicromato de potasio y posteriormente se congeló a -20°C hasta el análisis de composición de leche. Después del segundo ordeño, los cabritos y las cabras se reunieron en su corral. Se determinó la composición de la leche (proteína, grasa, lactosa y solidos totales) mediante un Milkoscan 133B (Foss Electric Hillerød, Dinamarca).

La información se analizó con el paquete estadístico SAS versión 9.3 (SAS Institute Inc, Cary, NC, EE.UU.). La composición láctea (grasa, proteína, lactosa, sólidos totales) se analizaron mediante procedimientos lineales de modelos mixtos y técnica de estimación de máxima verosimilitud restringida (PROC MIXED). Los efectos fijos fueron tratamiento, tipo de parto, tamaño de camada y sexo de los cabritos. Precipitación, temperatura máxima, temperatura mínima, fecha de muestreo, peso al nacimiento de los corderos, y peso de las cabras fueron incluidos como co-variables independientes. Fecha de muestreo fue utilizada como medida repetida y el número de identificación de cada cabra fue considerado como un efecto aleatorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El porcentaje de grasa en leche difirió entre tratamientos ($P < 0.05$; cuadro 1); pero no el porcentaje de proteína, lactosa y sólidos totales en leche ($P > 0.05$; cuadro 1). La fecha de muestreo influenció el porcentaje de grasa, proteína y lactosa en leche ($P < 0.05$ a $P < 0.01$); pero no influenció el contenido de solidos totales ($P > 0.05$). La interacción entre composición láctea y fecha de muestreo no fue significativa para ninguna variable ($P > 0.05$; cuadro 1). Es sabido que la composición de la leche puede ser afectada por factores nutricionales y no nutricionales (DePeters y Cant, 1992; Galina *et al.,* 2007); sin embargo en nuestro estudio observamos que solamente el porcentaje de grasa en leche fue afectado por la nutrición disponible para ambos tratamientos. Es posible que la alimentación proporcionada a las cabras del tratamiento **A** fuera de calidad similar a lo disponible en el agostadero dado que los valores reportados en este estudio para contenido de proteína, lactosa y solidos totales en leche están por debajo a lo reportado por Jenness (1980) o relativamente similares cuando la alimentación fue variada (Morand-Fehr *et al.,* 2007). Sin embargo, los valores reportados por Jenness (1980) y Morand-Fehr *et al.* (2007) son para razas puras y no para un animal tipo criollo como el

utilizado en este experimento. Hasta el momento, los autores no han encontrado algún reporte o publicación que indiquen los valores de la composición láctea de cabras criollas.

El porcentaje de proteína, lactosa y solidos totales fue influenciada por el tamaño de camada ($P < 0.05$ a $P < 0.01$; cuadro 1); sin embargo el porcentaje de grasa en leche no fue influenciado por el tamaño de camada ($P > 0.05$). Ningún compuesto lácteo fue influenciado por el sexo de los corderos ($P > 0.05$; cuadro 1). Tampoco el peso al nacimiento del cordero ni el peso de la cabra al momento del muestreo lácteo influencio el contenido de proteína, grasa, lactosa y solidos totales en leche ($P > 0.05$; cuadro 1). Interesante fue observar que el tamaño de camada influenciara la composición de la leche dado que existen reportes que indican no haber encontrado diferencias (Moore, 1966; Snowder y Glimp, 1991; Afolayan *et al.,* 2009b)

La composición de la leche no fue influenciada por la precipitación registrada en la comunidad ($P > 0.05$; cuadro 1); sin embargo se observó que el contenido de los diferentes compuestos incremento después del evento climático importante (Figura 1). La temperatura mínima influencio la proteína ($P < 0.01$), grasa ($P < 0.01$) y lactosa ($P < 0.01$) y tendió a influenciar solidos totales ($P = 0.07$). La temperatura máxima influenció el contenido de proteína en leche ($P < 0.05$); sin embargo, el resto de los componentes no fueron influenciados ($P > 0.05$). Era de esperar que la composición variara después del evento climático dado que existe una clara diferencia en la vegetación (mayor abundancia y variedad de plantas) posterior a un evento importante de precipitación como lo observado en este experimento (Goetsch *et al.,* 2011).

Cuadro 1. Relación entre la composición láctea (proteína, grasa, lactosa, solidos totales) de cabras bajo dos sistemas de producción (estabulado [A] o extensivo [P]), tamaño de camada (sencillo o doble), sexo de cabritos (macho o hembra), peso al nacimiento de los cabritos, peso corporal de las hembras al momento de muestreo, fecha de muestreo y factores ambientales (precipitación, temperatura máxima y mínima). La información para tipo de parto y sexo de los cabritos fue combinada de ambos tratamientos.

Variable	Proteína	Grasa	Lactosa	Solidos Totales
Tratamiento (TRT)	NS	*	NS	NS
A	2.8±0.03	5.2±0.3	4.2±0.04	8.01±0.1
P	2.9±0.04	6±0.3	4.2±0.06	8.04±0.1
Tipo de Parto-Crianza	*	NS	*	**
Sencillo-sencillo	2.8±0.03	5.8±0.2	4.1±0.05	7.9±0.09
Doble-doble	3.0±0.03	5.4±0.2	4.3±0.04	8.2±0.08
Sexo de cabrito	NS	0.07	NS	NS
Macho	2.9±0.03	5.7±0.2	4.2±0.04	8±0.09
Hembra	2.9±0.03	5.3±0.2	4.3±0.04	8.1±0.09
Peso al nacimiento	NS	NS	NS	NS
Peso al muestreo	NS	NS	NS	NS
Fecha	*	*	**	NS
Tratamiento*Fecha	NS	NS	NS	NS
Precipitación	NS	NS	NS	NS
Temperatura Mínima	**	**	**	0.07
Temperatura Máxima	*	NS	NS	NS

Valores P: * P ≤ 0.05; ** P ≤ 0.01; *** P ≤ 0.001; NS P > 0.05

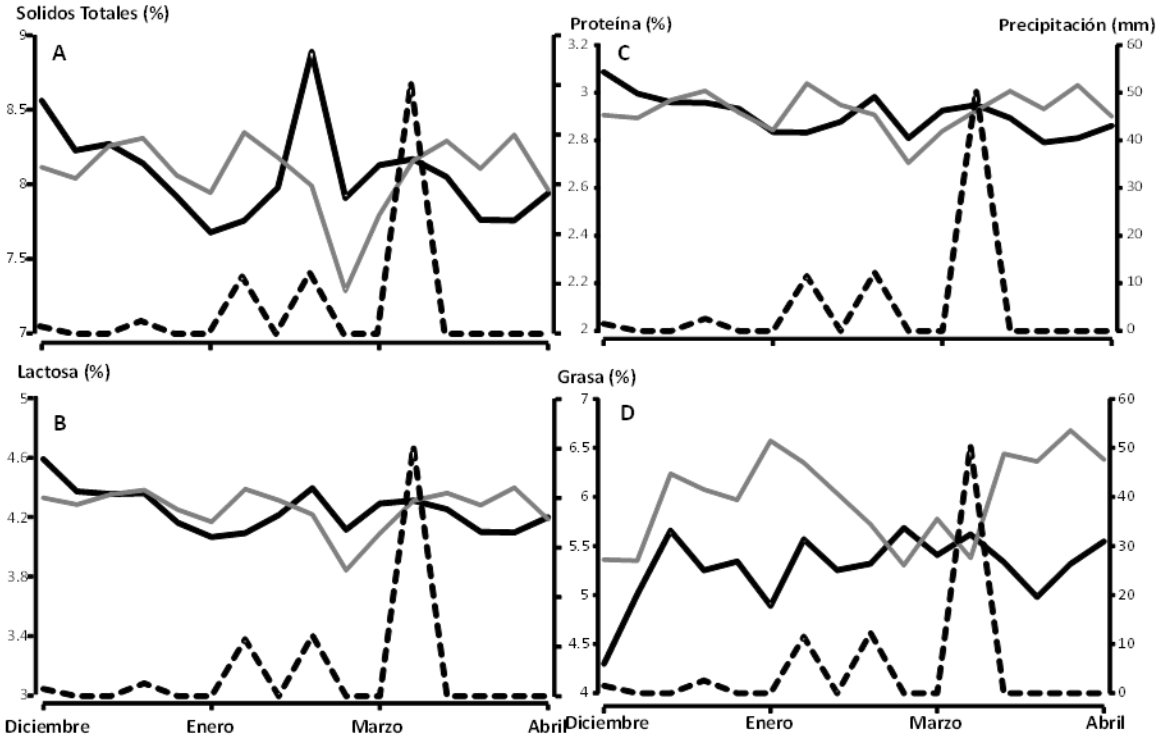


Figura 1. Relación entre la precipitación (línea negra punteada) y el porcentaje en leche de solidos totales (A), lactosa (B), proteína (C) y grasa (C) en leche de cabras alimentadas con alfalfa (línea negra solida) o en el agostadero (línea gris solida) del Altiplano Potosino.

CONCLUSIONES

Concluimos que los factores ambientales pueden influenciar el contenido de proteína, grasa, lactosa y solidos totales en leche de cabras criollas bajo un sistema extensivo; sin embargo este efecto modifica la vegetación disponible en el agostadero y por ende la composición láctea. De tal manera que se requiere llevar a cabo más estudios para poder determinar el efecto directo de los eventos climáticos sobre la composición láctea.

BIBLIOGRAFÍA

Afolayan, R.A., Fogarty, N.M., Morgan, J.E., Gaunt, G.M., Cummins, L.J., Gilmour, A.R., 2009a. Preliminary genetic correlations of milk production and milk composition with reproduction, growth, wool traits and worm resistance in crossbred ewes. Small Rumin. Res. 82, 27-33.

Afolayan, R.A., Fogarty, N.M., Morgan, J.E., Gaunt, G.M., Cummins, L.J., Gilmour, A.R., Nielsen, S., 2009b. Genetic analysis of milk production and composition in crossbred ewes from different maternal genotypes. Anim. Prod. Sci. 49, 24-31.

Bencini, R., 1995. Use of intramuscular oxytocin injections to measure milk output in nondairy sheep, and its effect on milk composition. Aust. J. Exp. Agric. 35, 563-565.

Burris, M.J., Baugus, C.A., 1955. Milk consumption and growth of suckling lambs. J. Anim. Sci. 14, 186-191.

Decaluwé, R., Maes, D., Wuyts, B., Cools, A., Piepers, S., Janssens, G.P.J., 2014. Piglets ′colostrum intake associates with daily weight gain and survival until weaning. Livest. Sci. 162, 185-192.

DePeters, E.J., Cant, J.P., 1992. Nutritional Factors Influencing the Nitrogen Composition of Bovine Milk: A Review1. Journal of Dairy Science 75, 2043-2070.

Dwyer, C.M., Lawrence, A.B., Bishop, S.C., Lewis, M., 2003. Ewe–lamb bonding behaviours at birth are affected by maternal undernutrition in pregnancy. Br. J. Nutr. 89, 123-136.

Echavarría CH., F.G., Gutiérrez L., A.; Ledezma R., R.I.; Bañuelos V., R.; Aguilera S., J.I.; Serna P. A. 2006. Influencia del sistema de pastoreo con pequeños rumiantes en un agostadero del semiárido Zacatecano: I Vegetación nativa. Técnica Pecuaria México. 44(2): 203-217.

Galina, M.A., Osnaya, F., Cuchillo, H.M., Haenlein, G.F.W., 2007. Cheese quality from milk of grazing or indoor fed Zebu cows and Alpine crossbred goats. Small Ruminant Research 71, 264-272.

Goetsch, A.L., Zeng, S.S., Gipson, T.A., 2011. Factors affecting goat milk production and quality. Small Ruminant Research 101, 55-63.

Jenness, R., 1980. Composition and Characteristics of Goat Milk: Review 1968−19791. Journal of Dairy Science 63, 1605-1630.

Mellor DJ, Murray L. 1985. Effects of maternal nutrition on udder development during late pregnancy and on colostrum production in Scottish Blackface ewes with twin lambs. Res Vet Sci 39:230–234.

Moore, R., 1966. Milk quality in Merino and Corriedale ewes. Aust. J. Agric. Res. 17, 201-208.

Morand-Fehr, P., Fedele, V., Decandia, M., Le Frileux, Y., 2007. Influence of farming and feeding systems on composition and quality of goat and sheep milk. Small Ruminant Research 68, 20-34.

Neville, T.L., Meyer, A.M., Reyaz, A., Borowicz, P.B., Redmer, D.A., Reynolds, L.P., Caton, J.S., Vonnahme, K.A., 2013. Mammary gland growth and vascularity at parturition and during lactation in primiparous ewes fed differing levels of selenium and nutritional plane during gestation. Journal of Animal Science and Biotechnology 4, 6-6.

Nørgaard, J.V., Nielsen, M.O., Theil, P.K., Sørensen, M.T., Safayi, S., Sejrsen, K., 2008. Development of mammary glands of fat sheep submitted to restricted feeding during late pregnancy. Small Ruminant Res. 76, 155-165.

O'Doherty, J.V., Crosby, T.F., 1996. The effect of diet in late pregnancy on progesterone concentration and colostrum yield in ewes. Theriogenology 46, 233-241.

Pulina, G., Bencini, R., Rassu S., P., G., 1996. Relation between birth weight of lambs and milk production in ewes. Agricoltura Mediterranea 126, 316-319.

Ramírez-Vera, S., Terrazas, A., Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Serafín, N., Vielma, J., Duarte, G., Fernández, I.G., Fitz-Rodríguez, G., Hernández, H., 2012. Inclusion of maize in the grazing diet of goats during the last 12 days of gestation reinforces the expression of maternal behaviour and selectivity during the sensitive period. Livestock Sci. 148, 52-59.

Sánchez de la Rosa I, Martínez RRD, Torres HG, Becerril PCM, Mastache LAA, Suárez EJ, Rubio RM. 2006. Producción de leche y curvas de lactancia en tres razas de cabras en el trópico seco de México. Veterinaria México 37(4):493-502

SIAP 2015. (http://www.siap.gob.mx/ganaderia-resumen-estatal-pecuario/)

SAS Institute. 2010. SAS/Stat User's guide, Version 9.3. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Scales, G.H., 1968. Lactation performances of Romney, Corriedale, and Merino ewes in a tussock grassland environment. New Zealand J. Agric. Res. 11, 155-170.

Scales, G.H., Burton, R.N., Moss, R.A., 1986. Lamb mortality, birthweight, and nutrition in late pregnancy. N. Z. J. Agric. Res. 29, 75-82.

Snowder, G.D., Glimp, H.A., 1991. Influence of breed, number of suckling lambs, and stage of lactation on ewe milk production and lamb growth under range conditions. J. Anim. Sci. 69, 923-930.

Swanson T.J., Hammer C.J., Luther J.S., Carlson D.B., Taylor J.B., Redmer D.A., Neville T.L., Reynolds L.P., Caton J.S., Vonnahme K.A. 2008. Effects of gestational plane of nutrition and selenium supplementation on mammary development and colostrum quality in pregnant ewe lambs. J Anim Sci 86:2415–2423.

EFECTO DE LOS FACTORES AMBIENTALES Y LA PRODUCCION DE LECHE EN CABRAS CRIOLLAS EN EL ALTIPLANO POTOSINO

Rosales Nieto C.A[1*]., Flores Najera M[2]., Vélez Monroy L.I[3]., Gámez Vázquez H.G[1]., Urrutia Morales J[1].

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental San Luis, San Luis Potosí, 78431, México. *Autor correspondencia (Email nieto_cesar@hotmail.com)
[2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Zacatecas, 98500, México.[3] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental La Laguna, 27440, México.

INTRODUCCIÓN

En México, la caprinocultura que está asentada en las regiones áridas y semiáridas, en su mayoría, son de tipo extensivo con un manejo rustico y poco apoyo tecnológico y económico (Echavarría *et al.,* 2006). En estas regiones, el alimento disponible en el agostadero, generalmente, no alcanza a cubrir los requerimientos nutricionales, por lo que la alimentación limitada repercute negativamente en la eficiencia productiva y reproductiva de las cabras. La desnutrición materna está asociada con un desarrollo inadecuado de la glándula mamaria al no contar con los nutrientes necesarios (Mellor y Murray, 1985; Neville *et al.,* 2013). Esto limita o inhibe la producción y calidad de calostro y leche (O'Doherty y Crosby, 1996; Nørgaard *et al.,* 2008; Swanson *et al.,* 2008). El calostro es de gran importancia para el recién nacido, dado que la ingesta se asocia con la supervivencia y la ganancia diaria de peso (Decaluwé *et al,* 2014). Por lo tanto, si no hay producción suficiente de calostro y leche, se puede reducir el vínculo materno (Ramírez-Vera *et al.,* 2012) y aumentar la mortalidad de los recién nacidos (Scales *et al.,* 1986). De tal manera que existe una fuerte correlación entre la producción materna de leche y la tasa de crecimiento de la progenie (Afolayan *et al.,* 2009). La producción de leche varía entre hembras, inclusive dentro del mismo genotipo (Burris y Baugus, 1955; Snowder y Glimp, 1991). Parte de esta variación se debe a diferencias en la masa corporal, con las hembras más pesadas produciendo más leche que las hembras más ligeras. Además, el genotipo de la cría ha sido demostrado que afectan a la producción de leche, posiblemente debido a una relación entre el peso de nacimiento de la progenie y la producción de leche de sus madres (Pulina *et al.,* 1996). Por lo tanto, la producción de leche es un componente importante para la crianza de un recién nacido y un factor limitante en aquellas razas con bajo potencial productor de leche.

Sin embargo, en los sistemas extensivos del Altiplano Mexicano, la producción de leche es considerada como un producto secundario. Esto es debido a la limitada producción y calidad variable (< 500 ml día^{-1}; Sánchez de la Rosa *et al.,* 2006). Se estima que el volumen de producción anual es de 152,332 toneladas de leche y 77,600 toneladas de carne (SIAP, 2015) y

está no alcanza a cubrir la demanda internacional. En conjunto, la productividad de los rebaños se ubica por debajo de la tercera parte de su potencial. Este escenario genera una excelente ventana de oportunidad con el objetivo de delinear estrategias de manejo para incrementar la producción y eficiencia productiva. Lo anterior permitiría reducir el déficit nacional de carne y leche caprina y satisfacer la demanda interna.

Adicionalmente, el modelo de producción es caracterizado por un manejo condicionado por los efectos del medio ambiente, los cuales limitan su productividad. Sin embargo, existe escasa información acerca del efecto de los factores ambientales como precipitación y temperatura sobre la producción de leche caprina en el Altiplano Mexicano. Por lo que el objetivo del trabajo fue el de determinar si la producción de leche durante la época seca y de lluvia es afectada por los cambios variables de precipitación, temperatura máxima y mínima. El saber esto ayudará a desarrollar estrategias alimenticias para los rebaños caprinos de agostadero repercutirá en primera instancia en la productividad y en la disponibilidad de alimentos de origen animal (carne y leche) para el consumo humano. Además contribuirá a mejorar las condiciones de vida de las familias dedicadas a esta actividad, el cual se estima son cerca de 300,000 hogares (FIRA, 1999).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la comunidad de Encarnación del municipio de Ahualulco, San Luis Potosí. Cabras criollas adultas con encaste Nubio (n=40) fueron seleccionadas en el mes de Mayo 2014. Las hembras fueron sincronizadas y empadradas en el mes de julio. Las cabras parieron en el mes de diciembre y al parto se determinó el peso al nacimiento, tipo de parto y sexo de los cabritos. Adicionalmente al parto, las hembras con sus crías fueron asignadas en base a tipo de parto a uno o dos grupos: Grupo A (n=20) permaneció en corral y recibió alfalfa a razón de 3% de su peso vivo. La alfalfa fue introducida paulatinamente dentro de los primeros 10 días después de la separación de los grupos. Grupo P (n=20) permaneció de acuerdo a las condiciones del productor cooperante que implica pastoreo de la vegetación disponible de 11 am hasta 6 pm y sin suplementación. Ambos grupos recibieron minerales y agua *ad libitum*.

Una semana después del parto, semanalmente se midió la producción de la leche. Las cabras fueron ordeñadas antes de ser alimentadas y antes de salir a pastorear el mismo día de la semana y al mismo tiempo, utilizando el protocolo de oxitocina (Bencini, 1995). En resumen, las cabras fueron separadas de los cabritos y ordeñadas a mano. Las cabras recibieron una inyección intramuscular de 3 ml oxitocina de un producto comercial que contenían 20 UI mg^{-1} oxitocina (PISA agropecuaria, Hidalgo; México). La dosis aplicada de oxitocina fue de acuerdo a

las instrucciones del fabricante. Después de cinco minutos, las cabras fueron ordeñadas y se registró el tiempo de la primera ordeña. Las cabras fueron re-ordeñadas aproximadamente 3 horas más tarde, en el mismo orden que el del ordeño inicial, siguiendo el mismo protocolo de oxitocina. El peso de la leche obtenida en el segundo ordeño y el tiempo entre ordeños se registraron para obtener una estimación de la producción de leche por día. La muestra de leche (10 ml) de cada cabra se conservó con 0.6 mg ml^{-1} de dicromato de potasio y posteriormente se congeló a -20°C hasta el análisis de composición de leche. Después del segundo ordeño, los cabritos y las cabras se reunieron en su corral.

La información se analizó con el paquete estadístico SAS versión 9.3 (SAS Institute Inc, Cary, NC, EE.UU.). Los datos de cantidad de leche (a las 24 h) se analizaron mediante procedimientos lineales de modelos mixtos y técnica de estimación de máxima verosimilitud restringida (PROC MIXED). Los efectos fijos fueron tratamiento, tipo de parto, tamaño de camada y sexo de los cabritos. Precipitación, temperatura máxima, temperatura mínima, fecha, peso al nacimiento de los corderos, y peso de las cabras fueron incluidos independientemente como co-variables. Fecha de muestreo fue utilizada como medida repetida y el número de identificación de cada cabra fue considerado como un efecto aleatorio

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El promedio de leche producida fue de 426±12 g $día^{-1}$. La producción de leche difirió entre tratamiento ($P < 0.001$; 511 g $día^{-1}$ para grupo A *vs* 284 g $día^{-1}$ para grupo P) y estuvo influenciada por la fecha de muestreo ($P < 0.001$; cuadro 1) y tipo de parto-crianza ($P < 0.05$; 457 g $día^{-1}$ para parto sencillo *vs* 383 g $día^{-1}$ para parto doble). Sin embargo, el sexo del cabrito no influencio la producción de leche ($P > 0.05$; cuadro 1). Adicionalmente, la producción de leche estuvo influenciada por el peso corporal ($P < 0.001$) siendo las más pesadas las que produjeron más leche; sin embargo, el peso al nacimiento de los cabritos no afecto la producción láctea. La producción de leche reportada en este trabajo concuerda con lo reportado por Sánchez de la Rosa et al. (2006). Como era de esperarse el sistema de alimentación influenció la producción de leche durante el estudio y esta se acrecentó dadas las condiciones encontradas en el sistema extensivo (Morand-Fehr et al., 2007). Goetsch et al. (2011) observaron una clara diferencia en la producción de leche cuando los animales estuvieron sujetos a diferentes sistemas alimenticios dado que en el extensivo los animales dependen generalmente de las plantas disponibles y del estado fisiológico de estas. De tal manera que posteriormente a la lluvia registrada en este experimento se observó mayor abundancia y variedad de plantas (información no publicada) y un incremento gradual en la producción de

leche. Sorprendentemente, las hembras criando cabritos de parto sencillo produjeron más leche que las cabras que estaban criando cabritos de parto doble; dado que existe bastante información que los animales gemelos tienden a estimular mayor secreción de leche (Bencini y Pulina, 1997).

La producción de leche en ambos grupos fue influenciada por la precipitación ($P < 0.001$; figura 1), temperatura máxima y mínima ($P < 0.001$; figura 2). El efecto de la precipitación sobre variables productivas no es fácil de explicar, sin embargo, otros autores han reportado un efecto positivo de la precipitación sobre la tasa de fertilidad (Mellado et al., 1991; Galina et al., 1995; Silva et al., 1998); pero hasta el momento no hay nada reportado sobre el efecto de la precipitación sobre la producción de leche. Por otro lado, se ha observado un efecto negativo de altas temperaturas ambientales sobre la productividad de las cabras (Lu, 1989), sin embargo, nosotros observamos que al inicio de la primavera cuando la temperatura ambiental está incrementando se incrementó la producción de leche. Probablemente el estudio realizado por Lu (1989) considero temperaturas mayores a las registradas en este experimento y durante una época diferente a la considerada en este experimento que fue la época de la transición entre la temporada de invierno y la primavera.

Cuadro 1. Producción de leche de cabras bajo dos sistemas de producción (estabulado [A] o extensivo [P]). La información para tipo de parto y sexo de los corderos fue combinada de ambos tratamientos.

Variable	Producción de leche ($g\ d^{-1}$)
Tratamiento	***
A	511±52
P	284±54
Tipo de Parto-Crianza	***
Sencillo-sencillo	457±26
Doble-doble	383±25
Sexo de cabrito	NS
Macho	406±41
Hembra	396±41
Fecha	***
Peso al nacimiento	NS
Peso de la cabra al muestreo	***
Precipitación	***
Temperatura Mínima	***
Temperatura Máxima	***

Valores P: * P ≤ 0.05; ** P ≤ 0.01; *** P ≤ 0.001; NS P > 0.05

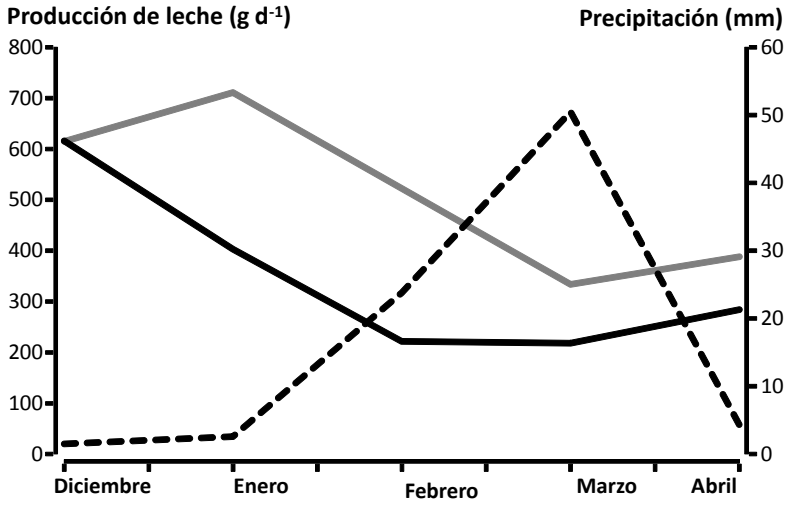


Figura 1. Relación entre la producción de leche del tratamiento estabulado (A; línea solida gris), el tratamiento extensivo (P; línea negra solida) y la precipitación (línea negra punteada) registrada en la comunidad Encarnación del municipio de Ahualulco de San Luis Potosí, México.

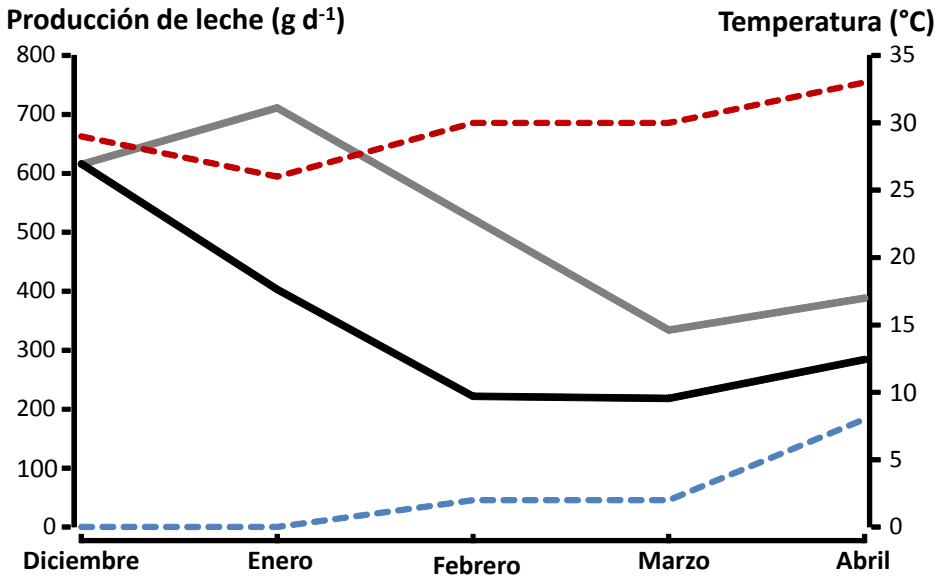


Figura 2. Relación entre la producción de leche del tratamiento estabulado (A; línea solida gris), el tratamiento extensivo (P; línea negra solida) y la temperatura máxima (línea roja punteada) y mínima (línea azul punteada) registrada en la comunidad Encarnación del municipio de Ahualulco de San Luis Potosí, México.

CONCLUSIONES

Concluimos que la producción de leche en cabras del Altiplano Mexicano está sujeta principalmente a la variación en las condiciones climáticas independientemente del sistema en el que se maneje, ya sea intensivo o extensivo. Adicionalmente, las cabras en el extensivo incrementan su producción láctea al incrementar la variación vegetal disponible en el agostadero posterior a una precipitación menor a 30 mm.

BIBLIOGRAFÍA

Afolayan, R.A., Fogarty, N.M., Morgan, J.E., Gaunt, G.M., Cummins, L.J., Gilmour, A.R., 2009. Preliminary genetic correlations of milk production and milk composition with reproduction, growth, wool traits and worm resistance in crossbred ewes. Small Rumin. Res. 82, 27-33.

Bencini, R., 1995. Use of intramuscular oxytocin injections to measure milk output in nondairy sheep, and its effect on milk composition. Aust. J. Exp. Agric. 35, 563-565.

Bencini, R., Pulina, G., 1997. The quality of sheep milk: a review. Aust. J. Exp. Agric. 37, 485-504

Burris, M.J., Baugus, C.A., 1955. Milk consumption and growth of suckling lambs. J. Anim. Sci. 14, 186-191.

Decaluwé, R., Maes, D., Wuyts, B., Cools, A., Piepers, S., Janssens, G.P.J., 2014. Piglets ′colostrum intake associates with daily weight gain and survival until weaning. Livest. Sci. 162, 185-192.

Echavarría CH., F.G., Gutiérrez L., A.; Ledezma R., R.I.; Bañuelos V., R.; Aguilera S., J.I.; Serna P. A. 2006. Influencia del sistema de pastoreo con pequeños rumiantes en un agostadero del semiárido Zacatecano: I Vegetación nativa. Técnica Pecuaria México. 44(2): 203-217.

FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura). 1999. Oportunidades de desarrollo de la industria de la leche y carne de cabra en México. Boletín informativo 313. Banco Nacional de México. México, D.F.

Galina, M.A., Silva, E., Morales, R., Lopez, B., 1995. Reproductive performance of Mexican denvironmentaly goats under various management systems. Small Rumin. Res. 18, 249-253

Goetsch, A.L., Zeng, S.S., Gipson, T.A., 2011. Factors affecting goat milk production and quality. Small Ruminant Research 101, 55-63.

Lu, C.D., 1989. Effects of heat stress on goat production. Small Rumin. Res. 2, 151-162.

Mellado, M., Foote, R.H., Gomez, A., 1991. Reproductive efficiency of Nubian goats throughout the year in northern Mexico. Small Rumin. Res. 6, 151-157.

Mellor DJ, Murray L. 1985. Effects of maternal nutrition on udder development during late pregnancy and on colostrum production in Scottish Blackface ewes with twin lambs. Res Vet Sci 39:230–234.

Morand-Fehr, P., Fedele, V., Decandia, M., Le Frileux, Y., 2007. Influence of farming and feeding systems on composition and quality of goat and sheep milk. Small Ruminant Research 68, 20-34.

Neville, T.L., Meyer, A.M., Reyaz, A., Borowicz, P.B., Redmer, D.A., Reynolds, L.P., Caton, J.S., Vonnahme, K.A., 2013. Mammary gland growth and vascularity at parturition and during lactation in primiparous ewes fed differing levels of selenium and nutritional plane during gestation. Journal of Animal Science and Biotechnology 4, 6-6.

Nørgaard, J.V., Nielsen, M.O., Theil, P.K., Sørensen, M.T., Safayi, S., Sejrsen, K., 2008. Development of mammary glands of fat sheep submitted to restricted feeding during late pregnancy. Small Ruminant Res. 76, 155-165.

O'Doherty, J.V., Crosby, T.F., 1996. The effect of diet in late pregnancy on progesterone concentration and colostrum yield in ewes. Theriogenology 46, 233-241.

Pulina, G., Bencini, R., Rassu S., P., G., 1996. Relation between birth weight of lambs and milk production in ewes. Agricoltura Mediterranea 126, 316-319.

Ramírez-Vera, S., Terrazas, A., Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Serafín, N., Vielma, J., Duarte, G., Fernández, I.G., Fitz-Rodríguez, G., Hernández, H., 2012. Inclusion of maize in the grazing diet of goats during the last 12 days of gestation reinforces the expression of maternal behaviour and selectivity during the sensitive period. Livestock Sci. 148, 52-59.

Sánchez de la Rosa I, Martínez RRD, Torres HG, Becerril PCM, Mastache LAA, Suárez EJ, Rubio RM. 2006. Producción de leche y curvas de lactancia en tres razas de cabras en el trópico seco de México. Veterinaria México 37(4):493-502

SIAP 2015. (http://www.siap.gob.mx/ganaderia-resumen-estatal-pecuario/)

Silva, E., Galina, M.A., Palma, J.M., Valencia, J., 1998. Reproductive performance of Alpine denvironmentaly goats in a semi-arid environment of Mexico under a continuous breeding system. Small Rumin. Res. 27, 79-84.

SAS Institute. 2010. SAS/Stat User's guide, Version 9.3. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Scales, G.H., Burton, R.N., Moss, R.A., 1986. Lamb mortality, birthweight, and nutrition in late pregnancy. N. Z. J. Agric. Res. 29, 75-82.

Snowder, G.D., Glimp, H.A., 1991. Influence of breed, number of suckling lambs, and stage of lactation on ewe milk production and lamb growth under range conditions. J. Anim. Sci. 69, 923-930

Swanson TJ, Hammer CJ, Luther JS, Carlson DB, Taylor JB, Redmer DA, Neville TL, Reynolds LP, Caton JS, Vonnahme KA. 2008. Effects of gestational plane of nutrition and selenium supplementation on mammary development and colostrum quality in pregnant ewe lambs. J Anim Sci 86:2415–2423.

INCIDENCIA DE PARTOS EN BOVINOS PRODUCTORES DE LECHE DE ACUERDO A LA FASE LUNAR Y ÉPOCA DEL AÑO

Montejano Medina LY, Gallegos de la Hoya MP, Toca Ramírez JA, P Rodríguez Contreras, Reveles Saucedo FO

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Carr. Durango-Mezquital Km 11.5 Durango, Dgo. Tel: 618 818-9932 e-mail: laura_yireht@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El efecto de la luna ha sido a través de los años motivo de curiosidad, superstición y de interés científico, aún en la pragmática y científica sociedad actual (Stern *et al*., 2011). Las células de los mamíferos parecen tener relojes biológicos internos (Ryotaro *et al*., 2010); se conocen tres componentes principales de marcadores del organismo: 1) las señales de entrada, como la luz en el caso del ojo o factores hormonales para los tejidos periféricos; 2) el mecanismo del reloj en sí y 3) la acción de genes. Popularmente, se cree que el cambio de la fase de la luna influye en el momento en que se producen los partos (Mirás *et al*., 2003); esta creencia tiene sus particularidades culturales y geográficas. Las diferencias en el magnetismo terrestre, la alteración de los niveles de melatonina producida por las variaciones en la iluminación lunar, las "mareas" provocadas por la fuerza de gravitación en el líquido amniótico obligan pensar en el posible efecto de la luna sobre la presentación de los partos; de acuerdo a las leyes de la física, la única posibilidad es la gravedad. Ciertamente, la atracción gravitatoria lunar afecta la vida en la tierra a través de las mareas, aunque Mirás *et al*. (2003) establecen que las fuerzas de la marea que experimentan los humanos y animales en sus cuerpos son insignificantes. Stern *et al*. (2011) manejan tres teorías para explicar la relación entre las fases lunares y la ruptura espontánea de las membranas fetales y por lo tanto, el desencadenamiento de la labor de parto (Yarcin *et al*., 2013). La 1ra es la "teoría de la marea biológica" que considera que por la composición del organismo (70% de agua) puede ser influenciado por la luna. La 2da, establece que los cambios de presión barométrica pueden efectar el comportamiento del ganado y el inicio de trabajo de parto y la 3ra, establece que el efecto se da directamente en el tiempo de la concepción ya que marca cambios en el comportamiento reproductivo y la presencia de estro. Saiz. (2009) reporta que un 87,2% de los partos se iniciaron fuera de los días exactos de una fase; el 3,6% coincidió con el día exacto de luna llena, el 3,4% con el cuarto menguante, el 3% con el cuarto creciente y el 2,9% con la luna nueva; no constatan influencia lunar en ninguna de las fases sobre el desencadenamiento del parto. Al respecto, Caballero de la Calle, (2003) establece que las fases lunares no influyen en la presentación del parto de las vacas lecheras, sin embargo los cambios conductuales y signos nerviosos que

provocan los ritmos lunares, pueden influir claramente en las vaquillas gestantes acentuando variaciones hormonales y provocando el parto, por estimulo del el eje hipotalámo-hipofisiario-suprarrenal fetal y las secreciones de oxitocina, relaxina y prostaglandinas. Otro aspecto analizado es la estacionalidad en la incidencia de partos, Ingraham *et al*., (1974) y Collier *et al*. (2006) afirman que los bovinos son considerados poliéstricos anuales, sin embargo, existe un patrón estacional en la producción de leche, lo cual está directamente relacionado con la ocurrencia de partos; lo que atañe mas a la fecha del servicio a la vaca, que a la ciclicidad (Ingraham *et al*., 1974; Collier *et al*., 2006); el desempeño reproductivo de las vacas, está bajo la influencia de factores ambientales, específicamente, la temperatura y humedad relativa dos días antes del servicio efectivo y se relaciona con la posterior sobrevivencia del embrión, establecimiento de la preñez, longitud y termino de la gestación (López-Gatius, 2013). Stull *et al*. (2008) reportan una correlación negativa entre la producción de leche, días en leche y los meses en los que se presenta más precipitación, independientemente de la ubicación de las lecherías. Nienaber y Hahn, (2007) asocian a los animales y los sistemas de producción con la biometeorología, lo que consideran clave para conocer la respuesta de los animales ante los desafíos ambientales y su repercusión en la producción; los animales que más efectos detrimentales presentan por el impacto ambiental negativo, son los altos productores o los que están bajo estrés (López-Gatius, 2013). Por las diversas opiniones sobre el tema, el objetivo de este trabajo fue establecer si la incidencia de partos en bovinos lecheros se ve influenciado por las fases de la luna o época del año.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en el establo de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, ubicado a una latitud de 23º 57' 23.85" N, longitud 104° 34' 02.11" O, altitud de 1877 msnm. Clima semiseco templado (Bs1K). Temperatura promedio: de 18 a 22 ºC (CEVAG, 2015). Precipitación pluvial es de 513.3 mm, Humedad Relativa 14%. Se obtuvo información de los registros de vacas Holstein durante los años 2008 a Junio de 2015, periodo en que se registraron 339 partos. Se elaboró una base de datos para analizar la incidencia de partos de acuerdo a la fase de la luna y época del año. El análisis de los datos se realizó mediante estadística no paramétrica (ji cuadrada), el efecto de la época se determinó con un ANOVA y la diferencia entre las medias se estableció con una prueba Tukey (SAS, ver 9.0).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1, se observa la incidencia de partos al día exacto del cambio de fase, la fase de luna nueva (N), fue diferente (P>0.05) a la fase de luna llena (LL), cuarto menguante (M) y cuarto creciente (C).

Cuadro 1. Incidencias de partos en bovinos Holstein de acuerdo a la fase lunar (día cero) y días al cambio de fase.

Fase de la luna	Partos	Días al cambio de la fase lunar	Partos
N	20[a]	3	13.3[a]
LL	14[a]	0	12.5[a]
M	11[b]	1	12.0[a]
C	5[c]	-1	11.0[a]
		-3	10.8[ab]
		-2	10.5[ab]
		2	10.0[ab]
		4	3.5[b]

Literales diferente en columna, indican P< 0.05

Se observó diferencia (P<0.05) en los días al cambio de la fase lunar. En cuanto a la frecuencia en la presentación de partos, 85.6% de estos ocurrió fuera de los días exactos de una fase; 14.5% coincidió con el día exacto de cambio de fase, el 5.9% con el cambio a luna nueva, el 3.2% con luna nueva (Figura 1), 2.7 % con el cuarto menguante y 3% con el cuarto creciente. No se encontró diferencia entre fase lunar y la incidencia de parto (P>0.05). En la luna nueva ocurrió el 28% (95/339) de partos, cuarto creciente 22.7% (77/339), luna llena 24.2% (82/339) y cuarto menguante 25.1% (85/339) no hubo diferencia (P< 0.05) entre las fases de la luna. Independiente de la fase lunar, la incidencia de partos fue mayor tres días después del cambio de fase (15.9%) y donde hubo menor número de partos fue cuatro días después del cambio de fase lunar (4.1%). El 14.5% del total de los partos ocurrieron exactamente el día de cambio de la fase lunar, el 37.8% ocurrió de 1 a 3 días antes del cambio y el 42.2% de 1 a 3 días después del cambio de la fase. Por lo tanto, más que la fase lunar son importantes los días previos o posteriores a los cambios de la fase lunar, lo cual coincide con lo planteado por Hernández, (2014); Ryotaro *et al*. (2010) quienes encontraron que las fases lunares no influyen en la

presentación del parto de las vacas lecheras, pero si encontró un efecto entre días anteriores o posteriores al cambio de fase lunar. Ante esto Ryotaro *et al*. (2010) reportan que la presión atmosférica de la luna llena es 31.5 mph. Cuando ésta presión disminuye, aumenta la incidencia de partos. Saiz, (2009) no encontró un efecto lunar en el desencadenamiento del parto en función de la paridad, resultados que también reportan Soto y cols. (2007).

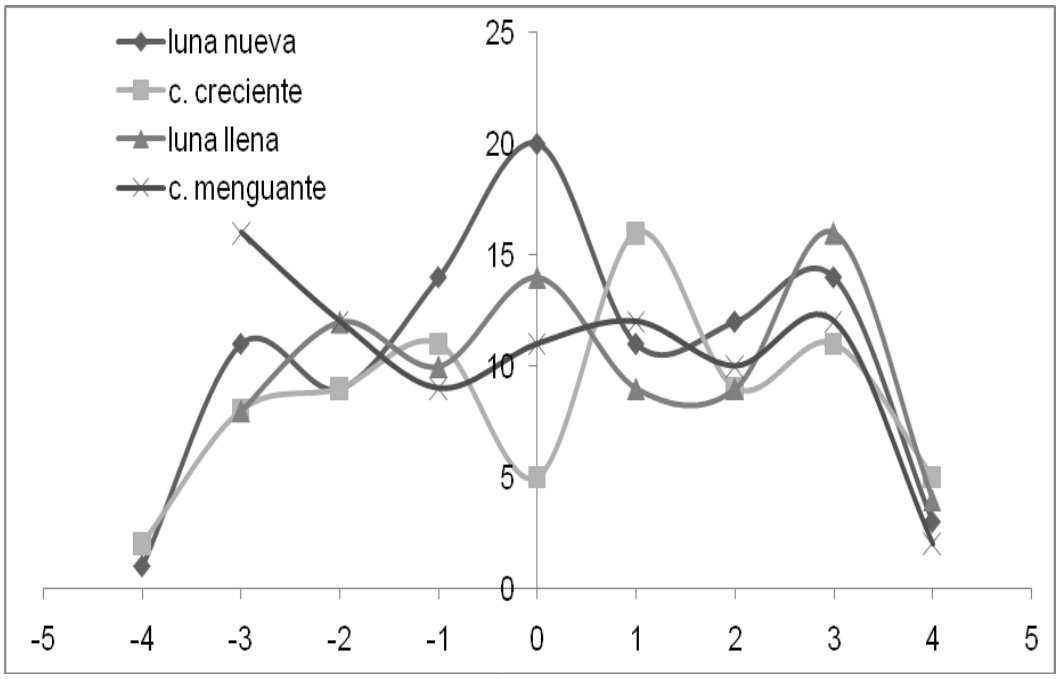


Figura 1. Incidencia de partos previo y después del cambio de fase lunar (0 = cambio de fase lunar).

De acuerdo a la época del año, en este caso se encontró que el otoño fue diferente (X^2 = .000) a invierno, primavera y verano en la incidencia de partos; siendo de 34.5%, y de 15.8, 19.5 y 27.6% para primavera, verano e invierno, respectivamente (Figura 2). En otoño e invierno se acumulan el 62% de los partos.

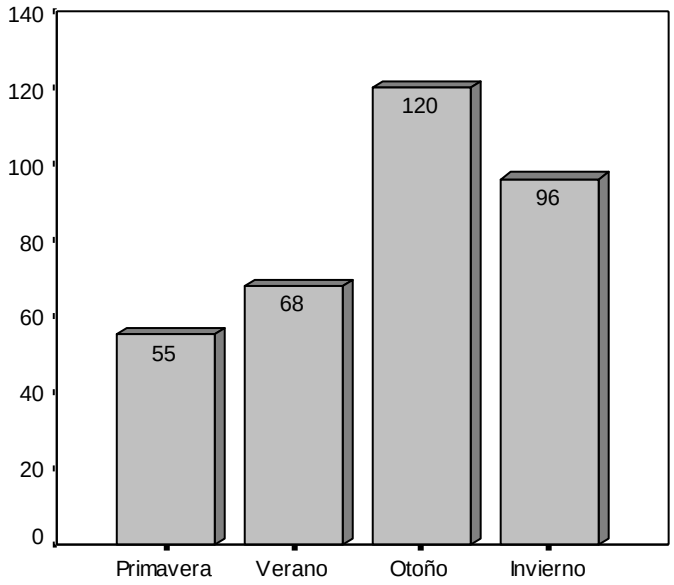


Figura 2. Incidencia de partos en vacas productoras de leche de acuerdo a la época del año

CONCLUSIONES

No se encontró efecto del cambio de la fase lunar sobre la incidencia de partos, en este caso los partos coinciden con los días previos y después del cambio de fase de la luna, aunque ninguno de los dos casos tiene significancia estadística. La época de año, si influye en la presentación de partos, siendo de relevancia el otoño e invierno, lo que da pie para suponer que los factores ambientales son importantes en la sobrevivencia embrionaria e implantación de la gestación.

BIBLIOGRAFÍA

Caballero de la Calle, JR. 2003. Influencia estacional y de las fases lunares sobre la duración de la gestación en novillas de la raza de lidia.VI Simposyum del Toro de Lidia. Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León, España.

CEVAG. 2015. Estación meteorológica Valle del Guadiana. Durango, Dgo.

Ingraham, R.H., D.D. Gillette, W.D. Wagner. 1974. Relationship of Temperature and Humidity to Conception Rate of Holstein Cows in Subtropical Climate. J. of Dairy Sci. 57(4): 476-481

López-Gatius, F. 2013. Approaches to increase reproductive efficiency in artificially inseminated dairy cows. Anim. Reprod. 10 (3): 143-147

Mirás Calvo David, Miguel Ángel Mirás Calvo, Belén Sánchez Rodríguez, Estela Sánchez Rodríguez. 2003. Influencia de las fases de la Luna en los nacimientos: hechos y creencias. VI Congreso Galego de Estadística e Investigación de OperaciónAMS: 62P10. Vigo, España.

Nienaber J.A, G.L. Hahn. 2007. Livestock production system management responses to thermal challenges Int. J. Biometeorol. 52:149-157

Ryotaro Wake, Takuya Misugi, Kenei Shimada and Minoru Yoshiyama. 2010. The effect of the gravitation of the moon on frequency of birhts. Environ Health Insights. 4:65-69

Saiz Puente Ma. S. 2009. Influencia de las fases lunares en el inicio de los partos espontáneos. Matronas Prof. 10(2):20-24.

SAS. Statistical Analysis System ver. 9. SAS Institute Inc.. Cary, North Carolina. USA.

Soto Herrero V., Postigo López P., Rubio Cava J., Ruda Maiquez A., Bru Espín C.,Castellón Caicedo A. 2007. Influencia de las fases lunares en el inicio del parto, en el hospital universitario virgen de la Arrixaca. Enfermería Global. No. 11 p 1-7 ISSN 1695-6141

Stern E.W., Glazer G.L., Sanduleak N. 1988. Influence of the full and new moon on onset of labor and spontaneous rupture of membranes. J. Nurse Midwifery. 33(2):57-61.

Stull, C.L, L.L.McV. Messam, C.A. Collar, N.G. Peterson, A.R. Castillo, B.A. Reed, K.L. Andersen, W.R. VerBoort. 2008. Precipitation and Temperature Effects on Mortality and Lactation Parameters of Dairy Cattle in California. J. of Dairy Sci. 91(12): 4579-4591

Yarcin Mamani Ortiz, Roberto Israel Caero Suarez, Enrique Gonzalo Rojas Salazar, María del Carmen Choque Ontiveros. 2013. Influencia lunar y barométrica sobre los partos y la rotura espontanea de membranas en parturientas del hospital materno infantil German-Urquidi. Gac Med Bol. 36 (1): 31-34

EFECTOS DE LA SUPLEMENTACIÓN CON BLOQUES MULTINUTRICIONALES A BASE DE NOPAL FERMENTADO SOBRE LOS PATRONES DE FERMENTACIÓN RUMINAL EN BOVINOS CONFINADOS

Leslie Berúmen Hernandez[1], Jay D Carrillo Herrera[2], Jonathan N Rubio Valdez[2], Esperanza Herrera Torres[3*], Manuel Murillo Ortiz[3]

[1]Alumna del Doctorado Institucional en Ciencias Agropecuarias de la UJED, [2]Alumnos de la Maestría Institucional en Ciencias Agropecuarias de la UJED, [3]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Carretera Durango-Mezquital Km 11.5, Durango, Dgo, México CP 34170, *hetoes99@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

La producción de forraje en el norte de México es limitada por la irregularidad de las lluvias durante el año, lo cual resulta en una baja disponibilidad de forraje sobretodo en la época de secas (Murillo, 2012). La variabilidad en la disponibilidad de forraje a través del año, trae como consecuencia inestabilidad en la producción animal en pastoreo, haciéndola ineficiente (Barros *et al.,* 2003). Esto obliga al uso de concentrados comerciales durante este periodo para cubrir las necesidades de proteína y energía del ganado. Sin embargo, el uso de concentrados eleva el costo de la alimentación, lo que hace necesario emplear nuevas alternativas que abaraten los costos (Herrera, 2011). En este escenario el nopal nativo o cultivado como parte integral de los pastizales, representa una buena alternativa como suplemento para el ganado en apacentamiento, además de que es altamente adaptable a condiciones de sequía. No obstante, el contenido de proteína cruda del nopal es reducido (4%) (Díaz, 2011). Recientemente la fermentación en estado sólido (FES) con diferentes levaduras ha emergido como una herramienta biotecnológica que es utilizada para mejorar las características nutricionales de sustratos alimenticios como el nopal (Herrera *et al.,* 2014).

Por otro lado, los bloques multinutricionales (BM) constituyen una tecnología para la fabricación de alimentos sólidos que proporcionan al ganado una alta cantidad de energía, proteína y minerales. Generalmente, el uso de los BM se emplea como una forma de alimentación estratégica para rumiantes en libres pastoreo durante la época de secas. Una forma de maximizar el uso de nopal forrajero fermentado podría ser al incluirlo como parte de los ingredientes a los BM. Pocos estudios sobre el uso en la alimentación animal de nopal fermentado en BM se han reportado en la literatura y quizás no existen reportes científicos sobre sus efectos en los parámetros de fermentación ruminal de rumiantes en libre pastoreo o en confinamiento. Por lo tanto, el objetivo de este estudio evaluar los efectos de bloques multinutricionales elaborados base de nopal fermentado sobre los patrones de fermentación ruminal en ganado bovino,

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El presente trabajo se llevó a cabo en el laboratorio de investigación y en el área de estudios experimentales en bovinos de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango y el nopal se colectó en el Rancho Santa Cruz del Aguaje ubicado en el km 23 de la carretera Durango-Mezquital. Ambos sitios se encuentran ubicados a 24º28'N, 104º40'W, a 1890 msnm y con una temperatura media anual de 17.5ºC y una precipitación media de 450 mm (INEGI, 2004).

Proceso de fermentación de nopal Se picaron 50 kg de nopal forrajero los cuales fueron inoculados a $1X10^8$ con la levadura *K. marxianus* en un recipiente de plástico. La fermentación se llevó a cabo durante 166 h a una temperatura de 32°C. Al concluir el periodo de fermentación, se extrajeron 100 g de muestra, la cual fue secada a 55 °C por 24 h en una estufa de aire forzado. A esta muestra se le determinó el contenido de materia seca y proteína cruda (AOAC, 1994).

Elaboración de bloques multinutricionales. Una vez terminado el proceso de fermentación de nopal, éste se mezcló con otros ingredientes alimenticios. Enseguida, esta mezcla se transfirió a moldes metálicos en los cuales se compactó hasta formar una pasta sólida. Al concluir este proceso y sobre una superficie plana, se procedió a vaciar los moldes con los bloques lo suficientemente compactos. Para el secado de los bloques, estos permanecieron sobre la superficie plana durante 15 días a temperatura ambiente. Después de concluido el periodo de secado, se tomaron muestras de los mismos en el centro y los extremos a los cuales se les determinaron los contenidos de: MS, PC (AOAC, 1994), FDN, FDA y L (Van Soest *et al.,* 1991), así como DIVMS (ANKOM, 2008). El peso de los bloques al final del periodo de secado fue de 25 Kg. La composición y las características nutricionales de los bloques se presentan en Cuadro 1.

Cuadro 1. Composición y características nutricionales de los bloques multinutricionales a base nopal fermentado

Ingredientes	(%)
Nopal Fermentado	45
Heno de alfalfa	10
Urea	5
Harinolina	20
Minerales	5
Sal	5
Cemento	5
Cal	5
Composición nutricional (%)	
MS	90.72
PC	40.54
FDN	38.50
FDA	15.90
DIVMS	87.69

MS=materia seca, PC=proteina cruda, FDN=fibra detergente neutro, FDA=fibra detergente acido, DIVMS=digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

Animales experimentales. Se emplearon 4 novillos fistulados de rumen con un peso promedio de 700 kg ± 3.4 Kg, los cuales se alojaron en corraletas individuales de 6 X 16 m provistas de bebederos y comederos individuales. La alimentación fue base de heno de avena (7 % PC; 70 % FDN) mismo que se proporcionó al 2 % del peso vivo de los animales.

Tratamientos y periodos experimentales. En esta prueba se evaluaron los siguientes tratamientos: heno de avena (2% PV) + bloque multinutricionales (T1) y heno de avena (2% PV) (T2). El heno de avena se proporcionó dos veces al día (9:00 am y 3:00 pm); mientras que los bloques permanecieron constantemente en los comederos a la disposición de los animales. Se utilizaron periodos experimentales de 21 días de los cuales 15 fueron de adaptación de los animales al consumo del heno de avena y de los bloques multinutricionales y 6 días para las mediciones de consumo voluntario y toma de muestras de líquido ruminal. El ultimo día del periodo de mediciones y 4 horas después de la alimentación de la mañana se tomaron muestras de líquido ruminal a las cuales de inmediato se les registró el pH. Enseguida, las muestras de líquido ruminal se filtraron a través de cuatro capas de gasa y se dividieron en dos

submuestras. La primera submuestra (10 ml) se acidificó con 0.3 ml de ácido sulfúrico al 50 % y la segunda se acidificó con 2.5 ml de ácido metafosfórico, luego ambas muestras se congelaron a -4°C para su posterior análisis de nitrógeno amoniacal ($N\text{-}NH_3$) y ácidos grasos volátiles (Galyean y May, 1997).

Análisis estadístico

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de la varianza para un un diseño de cruzado (crossover) y para detección de diferencias entre medias se utilizó la prueba de rango múltiple de Tukey. En el análisis de la información se utilizaron los procedimientos GLM y MEANS de SAS (2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se presenta los patrones de fermentación ruminal. No se registraron efectos de tratamientos sobre el pH ruminal ($P>0.05$). No obstante, estos valores son superiores a los que pueden disminuir la digestión ruminal de la fibra. De acuerdo con Orskov (1982) valores de pH inferiores a 6.2 reducen la digestión ruminal de la fibra. Se registraron efectos de tratamientos sobre las concentraciones ruminales de $N\text{-}NH_3$ ($P<0.05$). En el tratamiento con heno de avena + bloque (T1) las concentraciones ruminales de $N\text{-}NH_3$ fueron superiores al tratamiento testigo (T2). Las concentraciones ruminales de $N\text{-}NH_3$ registradas en el tratamiento testigo (T1) fueron más bajas que las sugeridas para un optimo crecimiento microbiano en el rumen. Sin embargo, con T2 las concentraciones ruminales de $N\text{-}NH_3$ fueron más altas que 5 mg/100 ml de líquido ruminal requeridas para la óptima síntesis de proteína microbiana en el rumen (Satter y Slyter, 1974). En este estudio las diferencias registradas en las concentraciones ruminales de $N\text{-}NH_3$ pueden atribuirse a la proteína suplementaria aportada por los bloques multinutricionales.

Cuadro 2. Patrones de fermentación ruminal de bovinos alimentados con heno de avena complementada con bloques multinutricionales a base de nopal fermentado.

	T1	T2	EEM	P < F
pH	6.7 ±0.13	6.6 ±0.13	1.30	NS
N-NH3 mg/dL	7.7 ±0.54	4.1 ±0.15	1.11	*
AGV totales mM	99.6 ±0.74	97.1 ±2.08	2.78	NS
Acetico mol/100 moles	52.5 ±0.51	51.5 ±0.55	1.40	NS
Propionico mol/100 moles	42.0 ±0.35	37.5 ±0.96	1.48	*
Butirico mol/100 moles	8.5 ±0.28	2.35 ±1.16	1.25	*
A:P	1.24 ±0.02	1.37±0.02	0.03	*

EEM=Error estándar de la media, *(P<0.005), NS= No significativo

Las concentraciones ruminales de ácidos grasos totales (AGVT) y de ácido acético no fueron afectadas por los tratamientos (P>0.05). En el caso de las concentraciones ruminales de ácido acético la falta de respuesta a la suplementación de los bloques nutricionales puede atribuirse a que los animales consumieron las mismas cantidades de fibra que fueron suministradas por el forraje de base en ambos tratamientos. Las concentraciones ruminales de ácido propiónico, butírico y la relación acético:propiónico fueron diferentes entre tratamientos (P<0.05). En los animales suplementados con bloques nutricionales las concentraciones ruminales de ácido propiónico fueron superiores a los animales no suplementados. Lo anterior podría explicarse a partir de los carbohidratos solubles que fueron aportados por los bloques multinutricionales. La mejor relación acetico:propiónico se obtuvo en los animales suplementados con bloques multinutricionales. También, esta relación acetico:propiónico probablemente puede explicarse por un mejor balance energético proporcionado por los bloques multinutricionales a los micoorganismos ruminales

CONCLUSIONES

Los bloques multinutricionales a base de nopal fermentado mejoraron los patrones de fermentación ruminal de bovinos en confinamiento. Sin embargo, es necesario seguir evaluando los efectos de la suplementación con bloques multinutricionales en dietas a base de forrajes de baja calidad nutritiva así como en rumiantes en libre pastoreo.

BIBLIOGRAFIA

ANKOM. 2008. Technology. Procedures for fiber and *in vitro* analysis. www.ankom.com. Accessed November 2013.

AOAC. 1994. Official Methods of Analysis. Vol II 16th Edition. Association of Official Analytical Chemists International. Gaithersburg, Maryland. Chapter 32:24-32.

Barros, M F.; P. I. Núñez; W. U. Yoshimi; N. W. González; S. N. Evelazio. 2003. Suplementación con sal mineral proteinada para bovinos de carne en crecimiento y finalización, pastoreando Estrella de África (Cynodon plectostachyus) en invierno. Revista. Brasileira de. Zootecnia. 32: 235-245.

Díaz P. D.; M.C. Rodríguez; F. P. Mancillas; O. N. Ruíz; M. S. Mena; T. F. Salvador; L. M. Duran. 2012. Fermentación in vitro de nopal forrajero con un inoculo de levadura *Kluyveromyces lactis* obtenida a partir de manzana de desecho. REDVET. 13. 1: 1-7.

Galyean, M. L.; T. May. 1997. Laboratory Procedures in Animal Nutrition Research, 2 ed. The Cruces, New Mexico. pp. 41-47.

Herrera T.E. 2011. Parámetros productivos y perfil metabolico en ovejas suplementadas con forraje hidropónico de trigo. Tesis de Doctorado. Universidad Juárez del Estado de Durango. Durango, Dgo., México. 5 pp

Herrera, E.; M. Murillo; L. Berumen; J. Páez; G. Villarreal. 2014. Efecto de Sacharomyces Cerevisiae Y kluyveromices marxianus Durante el Tiempo de Fermentación en la Calidad Nutritiva del Nopal Forrajero. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios. 1(1):33-40.

INEGI .2004. Cuaderno Estadístico Municipal, Durango. Estado de Durango. México.

Murillo, O. M.; E. Herrera; F .O. Carrete; O. Ruiz; J. S. Serrato 2012. Chemical composition, in vitro gas production. Ruminal fermentation and degradation patterns of diets bay grazing in native range of north Mexico. Asian Australian Journal of Animal Sience. 25:1395-1403.

Orskov, O. R. 1982. Protein Nutrition in Ruminants. Academic Press, New York, USA.

SAS. 2003. Statistical Analysis Systems user´s guide (Release 9.1): SAS Inst, Inc., Cary, North Carolina, USA.

Satter, L. D.; L. L. Slyter. 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. Britisch. Journal. Nutrition. 32:199–208.

Van Soest, P J.; B. J. Robertson; B. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition: Symposium: Carbohydrate methodology, metabolism and nutritional implications in dairy cattle. Journal of Dairy Science. 74: 35-83.

PRODUCCIÓN DE GAS *IN VITRO* Y METANO DE LA DIETA CONSUMIDA POR BOVINOS EN UN PASTIZAL NATIVO DEL ESTADO DE DURANGO

Manuel Murillo Ortiz[1*], Osvaldo Reyes Estrada[1], Esperanza Herrera Torres[1], Francisco O Carrete Carreon[1]

[1]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Carretera Durango-Mezquital Km 11.5, Durango, Dgo, México CP 34170, *muom8@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

El propósito principal de la ganadería bovina extensiva duranguense, es la cosecha de becerros al destete para exportación en pie a los Estados Unidos de Norteamérica. En promedio se exportan 120,000 cabezas de ganado bovino al año y de esta actividad se obtiene una captación promedio anual de 42 millones de dólares (Gonzales et al., 2007). Sin embargo, la óptima eficiencia de la ganadería bovina duranguense en sistemas de producción extensivos depende de la disponibilidad de forraje en los agostaderos. Una práctica cotidiana que los productores ganaderos realizan de estas regiones, es la suplementación alimenticia del ganado particularmente durante la época seca que es cuando precisamente la cantidad y la calidad del forraje disminuye drásticamente. En este contexto, la evaluación de los contenidos, de energía, proteína y minerales de la dieta consumida por el ganado en condiciones de libre pastoreo adquiere relevancia. No obstante, a pesar de la utilidad que tiene el conocimiento de estas fracciones nutricionales de la dieta, es necesario complementarlo con estudios adicionales como lo es la producción de gas *in vitro* la cual refleja la magnitud y la eficiencia con la cual los nutrientes aportados por los pastizales son utilizados por los animales (Adesogan *et al.,* 2005).

Por otro lado, la producción de metano (CH_4) por los rumiantes se deriva del proceso de fermentación de la dieta que ingresa al rumen y constituye una pérdida de energía. Además, las emisiones de metano por los rumiantes contribuyen a las acumulaciones de gases de efecto invernadero por lo que ha aumentado el número de investigaciones a fin de reducir la producción de metano en el rumen. En nuestro país a excepción de algunos trabajos aislados, a la fecha son pocos los estudios científicos que se han realizado sobre la medición o estimación de metano de la dieta consumido por rumiantes en libre pastoreo. Por lo anterior, el presente estudio tiene como objetivo determinar la producción de gas *in vitro* y de metano de la dieta consumida por bovinos en libre pastoreo en un pastizal nativo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en el año 2008 en un pastizal mediano arbosufrutescente ubicado al oriente de la ciudad de Durango (México). El área de estudio se localiza entre los 104° 32´ 21 ´´

longitud oeste y 24° 22´00´´ latitud norte. A una altitud de 1800 msnm, el clima es seco (Bs1k) con temperatura media anual de 16 a18^{0}C, precipitación pluvial de 400 a 500 mm, régimen de lluvias en el verano, época de seca de 7 a 8 meses y un periodo libre de heladas en promedio de 200 d (COTECOCA, 1979).

Periodos de muestreo

Se realizaron seis periodos de muestreo de forraje que incluyeron los meses de marzo, abril y mayo, que son representativos de la época seca y julio, agosto y septiembre como representativos de la época de lluvia.

Producción de gas *in vitro*

Para la determinación de la producción de gas *in vitro*, se utilizaron muestras de la dieta consumida por el ganado las cuales fueron previamente colectadas con 4 becerros fistulados del esófago. Se incubaron por triplicado 0.5 g de muestras de la dieta, en módulos de fermentación del sistema ANKOM (2008). Como inóculo se utilizó liquido ruminal de dos vaquillas fistuladas del rumen de 350 Kg de PV alimentadas con heno de alfalfa a libre acceso. La producción acumulativa de gas *in vitro* se registró a las 0, 3, 6, 9 15, 24, 36, 48, 72 y 96 h. Con el modelo propuesto por McDonald (1984) se obtuvieron los parámetros “a” (gas producido por la fermentación de la fracción soluble), “b” (gas producido por la fermentación de la fracción insoluble pero potencialmente fermentable) “c” (tasa constante de producción de gas); a+b (producción potencial de gas) y L (fase de retraso).

Predicción de la producción de metano

Los modelos lineales propuestos por Mills et al. (2003): Metano (MJ d^{-1})= 5.93 + 0.92*CMS y Kurihara et al. (1999): Metano (g d^{-1})= 41.5*CMS-36.2 fueron utilizados para predecir la producción de metano (CH_4). Donde CMS es el consumo de materia seca.

Consumo

Para la determinación del CMS de la dieta se utilizaron 4 novillos fistulados del esófago de 350 ± 2 kg de PV. Los novillos se sometieron a periodos experimentales de 20 d, de los cuales 16 d fueron para la adaptación de los animales al área de estudio y 4 d para el muestreo de la dieta y toma de muestras de heces de los animales. En los muestreos de la dieta se utilizaron bolsas de lona con fondo de malla y se realizaron por la mañana (7:00 h) por periodos de 45 min. El CMS de la dieta se determinó a partir de la producción total de heces y de la fracción

indigestible del forraje consumido (Villanueva *et al.,* 2003). Para la estimación de la producción total de heces, se utilizó como marcador sesquióxido de cromo, el cual se administró oralmente en dosis de 8 g/d a los 4 novillos fistulados del esófago durante los 20 d de duración de los periodos experimentales (Villanueva *et al.,* 2003). Las muestras de heces se tomaron directamente del recto de los animales y se mantuvieron permanentemente en congelación hasta el posterior análisis de laboratorio. La fracción indigestible del forraje consumido, se obtuvo restando de 100 el porcentaje de digestibilidad verdadera *in vitro* de la MS (ANKOM, 2008). A las heces se les determinó Cromo por espectrofotometría de absorción atómica (Jordon *et al.,* 2002).

Análisis estadístico

Los datos obtenidos se sometieron a un diseño completamente al azar. En el análisis de la información se utilizó el procedimiento GLM de SAS (2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1, se muestran los parámetros de producción de gas *in vitro*, consumo de materia y los valores predichos de la producción de metano de la dieta consumida por bovinos en libre pastoreo. Los parámetros de producción de gas *in vitro* fueron diferentes entre épocas del año ($P<0.05$). Los valores de a, b y a+b fueron 90 %, 34.5 % y 33.6 % más altos en la época de lluvia en relación con la época seca, respetivamente.

Cuadro 1. Producción de gas *in vitro*, consumo de materia seca y producción de metano de la dieta consumida por bovinos en pastoreo.

	Época			
	Seca	Lluvia	EED	P<
a (ml)	3.1	5.9	0.62	0.01
b (ml)	79.2	106.6	1.53	0.01
a+b (ml)	82.3	110.0	0.73	0.01
c (ml/h)	2.5	6.5	0.008	0.01
L(h)	3.7	1.4	0.78	0.05
CMS, Kg d^{-1}	4.6	8.2	2.2	0.01
CH_4, Mcal cabeza^{-1} d^{-1}	5.91	10.8	0.99	0.05
CH_4,g cabeza^{-1} d^{-1}	152.2	310.3	2.8	0.01

EDD= Error estándar de la diferencia entre medias

En tanto, el CMS de los animales fue 78.2 % mas alto en la época de lluvia en comparación con época seca (P<0.05). Las diferencias observadas entre épocas del año, en los parámetros de producción de gas *in vitro* pueden explicarse principalmente a partir del contenido de FDN y de L de la dieta seleccionada por los animales durante las dos época del año, debido a la obstrucción física que estos componentes químicos ejercen sobre los microbios del rumen, al impedir el acceso a los sustratos solubles de los forrajes (Solomon *et al.,* 2008). Por lo que respecta al CMS las diferencias estacionales se explican por los mayores contenidos de proteína y a la disminución de la jFDN (P<0.05) del forraje disponible (Bowman *et al.,* 1999). La producción de metano expresada en Mcal y gramos/animal/día fue 82.7 % y 104 % más alta en la época de lluvia en relación con la época seca, respectivamente (P<0.05). Hasta ahora en el país no se ha generado información sobre la producción metano de la dieta consumida por bovinos en libre pastoreo. No obstante, las diferencias estacionales observadas en el presente estudio en la producción de metano probablemente pueden atribuirse a que durante la época de lluvia, los animales consumieron una dieta de más alto contenido energético en comparación con la época de secas.

CONCLUSIONES

Se concluye, que la producción de gas *in vitro* es un buen estimador de la calidad nutritiva de la dieta consumida por ganado en libre pastoreo. De igual manera, la producción de metano refleja las diferencias estacionales en la densidad energética de la dieta consumida por el ganado libre a través del año.

BIBLIOGRAFÍA

Adesogan, A.T., N.K Krueger and S.C. Kim. 2005. A novel wireless automated system for measuring fermentation gas production kinetics of feeds and its application to feed characterization. Anim Feed Sci Technol. 23: 211-223.

ANKOM 2008. Technology. Procedures for fiber and *in vitro* analysis. www.ankom.com. Accessed November 2013

COTECOCA. 1979. Tipos de Vegetación, Sitios de Productividad Forrajera y Coeficientes de Agostadero en Durango. México Colypso.

Gonzáles, R. H., O. F. Carrete y F. Meraz. 2007. Cadena Agroalimentaria Bovinos Carne en Durango: Diagnostico y Perspectivas. SAGARPA-INIFAP. Publicación Técnica n^{o} 2:22-35.

Jordon, D J., T. J. Klopfenstein and D .C. Adams. 2002. Dried poultry waste for cows grazing low-quality winter forage. J. Anim. Sci. 80:818-824.

Kurihara, M., T. Magner, R. A. Hunter and G. J. McCrabb. 1999. Methane production ane energy parttion of cattle in the tropics. British. J. Nutr. 81:227-234

McDonald J. 1981. A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. J. Agric. Sci. 96: 251-252.

Mills, J. A., E. Kebreab, C. M. Yates, L. A. Crompton, S. B. Cammel, M. S. Dhanoa, R. E. Agnew and J. France. 2003. Alternative approaches to predicting ethane emissions from dairy cattle. Journal of Animal Science. 81:3141-3150.

SAS, 2003. SAS User´s Guide (Release 9.1): SAS Inst, Inc., Cary, NC.

Solomon, T., V. Mlambo, B.J. Dlamini, K.D.N. Koralagama and F.L. Mould. 2008. FL. Chemical composition and *in vitro* ruminal fermentation of common tree forages in the semi-arid rangelands of Swaziland. Anim Feed Sci Technol. 42: 99-110.

Villanueva, J. F., J. J. Bustamante, J. A. Bonilla, J. V. Rubio. 2003. Nutritional value of diet and forage and nutrient intake by grazing cattle of evergreen seasonal forest ecosystem. In: FMVZ-UAY editors. Proc Sixth International Symposium on the Nutrition Herbivores. Mexico. p 467.

EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE NOPAL (*Opuntia megacantha Salm-Dyck*) PROTEÍNICAMENTE ENRIQUECIDO SOBRE LA REACTIVACIÓN OVÁRICA EN CABRAS EXPUESTAS AL EFECTO MACHO EN LA ÉPOCA DE ANESTRO

C.A. Romero-Rodríguez[a] *, C.A. Meza-Herrera[a] **, A. Flores-Hernández[a], O. Cano-Villegas[a], F. G. Véliz-Deras[b]

[a] Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Bermejillo, Durango, México. 35230.[b] Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, Periférico Raúl López Sánchez y Carretera a Santa Fe, Torreón, Coahuila, México. 27054.
*carlos.romero@chapingo.uruza.edu.mx**cmeza2020@hotmail.com, cmeza2000@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La actividad sexual de cabras y ovejas anéstricas puede ser inducida a través del "efecto macho" (Álvarez y Zarco, 2001). En ovejas, la mejora de la función reproductiva y la tasa ovulatoria puede lograrse mediante aumentos en el peso vivo y la condición corporal. Al respecto, se han propuesto tres efectos de la nutrición sobre la función reproductiva: a) efecto estático, que se logra a largo plazo mediante hembras más pesadas; b) efecto dinámico, generado con una mayor alimentación durante 3-4 semanas (Scaramuzzi *et al.*, 2006); y c) efecto agudo, generado sin la promoción de cambios en el peso vivo mediante el suministro de suplementos nutricionales por <10 días (Martín *et al.*, 2004; Meza-Herrera *et al.,* 2014). En sistemas de producción marginales con pocos insumos, los alimentos concentrados y/o pastos de alta calidad son en general recursos poco disponibles para promover una producción animal sostenible (Gonzalez-Bulnes *et al.,* 2011; Meza-Herrera y Tena -Sempere, 2012). Por lo tanto, recurrir a suplementos alimenticios alternativos, como subproductos agroindustriales, bloques de alimentación, árboles y arbustos forrajeros, menos costosos respecto al uso de suplementos convencionales, es altamente recomendado, teniendo como ejemplo al *Opuntia sp.* (Ben-Salem y Smith, 2008). El objetivo del presente estudio fue evaluar el posible efecto de la suplementación de nopal *(Opuntia megacantha Salm-Dyck)* proteínicamente enriquecido sobre la reactivación ovárica en cabras expuestas al efecto macho en la época de anestro en la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del estudio, condiciones ambientales y manejo de los animales. El estudio se realizó en una granja comercial en condiciones extensivas en el Norte de México (25.6° N y 104° O), con una precipitación anual media de 230 mm y una altitud de 1,114 m. La temperatura ambiente más alta es de 45°C en mayo y junio, con los rangos más bajos (-3°C a -5°C) en diciembre y enero. La humedad relativa varía de 26.14% a 60.69%, mientras que el

fotoperiodo varía de 13 h 41 min durante el solsticio de verano (junio) a 10 h, 19 min en el solsticio de invierno (diciembre). El área de estudio está dominada por gobernadora (*Larrea tridentata*), chamizo (*Atriplex canescens*), nopal (*Opuntia spp.)* y mezquite (*Prosopis glandulosa*). Las cabras fueron dirigidas al agostadero por un pastor (10:00-19:00 h) y por la tarde-noche (19:00-10:00) bajo condiciones de corral sin techo donde tuvieron libre acceso al agua y una mezcla de minerales comerciales. Todos los métodos utilizados en este estudio fueron de acuerdo a normas de manejo internacionales (FASS, 2010).

Animales, tratamientos, suplementos y manejo de los machos. Cabras adultas (Alpina-Saanen-Nubia x Criollo; n=38) no preñadas, no lactantes, cabras en anestro reproductivo se mantuvieron durante el día en los pastizales, aisladas de la vista, el sonido y el olor de machos por lo menos tres meses antes del inicio del experimento. A mediados de mayo, durante la mitad de la temporada de anestro, las cabras fueron divididas aleatoriamente en tres grupos experimentales: 1). *Control* (CONT; n=12; 41.3±1.8 kg, peso vivo (PV), 1.65±0.05 unidades, condición corporal (CC), 2). *Opuntia Normal* (ONE; n=14; 41.1±1.75 kg PV, 1.57±0.05 unidades CC) y 3). *Opuntia Enriquecido* (OPE; n=12; 39.9±1.7 kg PV, 1.60±0.05 unidades CC). Tanto las cabras ONE y OPE se suplementaron individualmente con 160 g día^{-1}. El grupo experimental OPE consideró el enriquecimiento proteico de cladodios mediante un proceso fermentativo semisólido con una mezcla de pequeños cortes de pencas de *Opuntia* inoculados con *Scharomyces cereveciae* (1%), urea (1%) y sulfato de amonio (0,1%) en un biorreactor (Nopafer- Registro No. 2641 IMPI) durante un período de 20 h. Posteriormente, los cladodios enriquecidos fueron secados a temperatura ambiente durante 24 h. La suplementación del grupo ONE y OPE fue de 09:00 a 10:00 h antes de su salida al agostadero durante un período de ajuste de 10 días. La composición química de ambos tratamientos de *Opuntia* se presenta en la Tabla 1.

Una vez finalizado el periodo de adaptación, el día 11, las cabras de los tres tratamientos fueron expuestas a seis machos adultos sexualmente activos y experimentados de razas cruzadas (Alpina-Saanen, dos por tratamiento) de 3 a 4 años de edad, de fertilidad y libido probadas. Los machos se mantuvieron encerrados en un corral con piso de cemento (6 x 6 m) antes del empadre, con libre acceso a agua y una mezcla mineral. Dos veces al día se ofreció a los machos heno de alfalfa a libre acceso. Antes del contacto con las hembras, todos los machos recibieron una inyección testosterona (50 mg, i.m. Lab Brovel, DF, México) cada 3 días x 3 semanas antes del empadre experimental (Luna-Orozco *et al.*, 2012).

Evaluación ultrasonográfica de la función ovárica y análisis estadísticos. Durante los primeros seis días posteriores a la introducción de los machos, se realizó un ultrasonido transrectal en tiempo real modo B (Aloka SSD 500 Echo, Overseas Monitor Corp. Ltd., Japón) para evaluar la dinámica de crecimiento folicular, así como el momento de la ovulación. El porcentaje de cabras ovulando consideró un análisis para datos categóricos PROC-GENMOD del SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA) con la función LOGIT, incluyendo en el modelo como efecto único al tratamiento experimental, con cada animal como unidad experimental. Para determinar la separación de medias entre los tratamientos, se consideró el PROC-LSMEAN / PDIFF del SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los análisis de la composición química base seca del nopal *Opuntia megacantha Salm-Dyck* proteicamente enriquecido y no enriquecido, muestran una gran variabilidad en cuanto al contenido nutritivo entre ambos, siendo la proteína cruda uno de los nutrientes que mayor variaciones presenta debido al proceso de enriquecimiento (% de PC de ONE seco=4.9 y % de PC de OPE seco=20.56) (Tabla 1).

Tabla 1. Composición química base seca, de cladodios de *Opuntia megacantha Salm-Dyck* proteicamente enriquecidos (OPE), no enriquecidos (ONE) y ofrecidos como suplemento a la cruza de razas de machos adultos (Alpina-Saanen-Nubia x Criollo), cabras expuestas a machos tratados con testosterona y con un incremento en el fotoperiodo natural (mayo-junio, temporada de anestro) en condiciones de pastizal semiárido-subtropical en el norte de México (26˚ NL).

	ONE, fresco	ONE, seco	OPE, fresco	OPE, seco
DM, %	12.9	92.09	12.5	92.06
CP, %	6.44	4.9	29.8	20.56
NDF, %	21.34	14.7	18.3	17.52
ADF, %	19.70	11.90	16.6	17.98
NFC, %	43.85	53.3	24.4	33.91
TND, %	53.15	61.0	57.2	56.41
NEm, Mcal/kg DM	1.88	2.31	2.27	2.21
Cenizas, %	27.99	24.7	25.5	26.78

NEm fueron calculados utilizando ecuaciones propuestas por el NRC (1985).

No existieron diferencias (P>0.05) entre tratamientos para las variables PV inicial (40.7±1.80 kg) y final (41.5±1.73 kg), CC inicial (1.60±0.05 unidades) y final (1.46±0.10 unidades) y Tasa

Ovulatoria (70.6±12.9%) en el estudio. El porcentaje de cabras ovulatorias aunque no difirió (P>0.05) entre tratamientos, numéricamente se observó el mayor porcentaje en las cabras suplementadas con cladodios de *Opuntia megacantha Salm-Dyck* con enriquecimiento proteico conr especto a ONE y CONT (78.5, 64.2 y 69.2 %, respectivamente).

Tabla 2. Medias de cuadrados mínimos del peso vivo (kg) condición corporal (unidades) y respuesta ovárica medida como porcentaje de la ovulación en la cruza de razas adultas (Alpina-Saanen-Nubia x Criollo) cabras suplementadas con cladodios de *Opuntia megacantha Salm-Dyck* tanto natural (ONE) o proteicamente enriquecidos (OPE) o el control no suplementado (CONT). Cabras adultas fueron expuestas a machos tratados con testosterona y a un incremento natural del fotoperiodo (mayo-junio; temporada de anestro) bajo condiciones de pastizal semiárido-subtropical en el norte de México (26˚ NL) **(1)**.

	ONE	OPE	CONT	S.E. (2)
PV-inicial, kg	41.10 [a]	39.96 [a]	41.30 [a]	1.80
CC-inicial, unidades	1.57 [a]	1.60 [a]	1.65 [a]	0.05
PV-final, kg	41.00 [a]	42.85 [a]	40.76 [a]	1.73
CC-final, units	1.42 [a]	1.46 [a]	1.50 [a]	0.10
Ovulación, %	64.2 [a]	78.5 [a]	69.2 [a]	12.9

(1) No se observaron diferencias entre tratamientos en cualquiera de las variables de respuesta evaluadas (P>0.05).
(2) Se presenta el error estándar más conservador.

La hipótesis propuesta al inicio del presente estudio proponía un efecto positivo de la suplementación con cladodios de nopal *Opuntia megacantha Salm-Dyck* proteicamente enriquecidos sobre la reactivación de la función ovárica en cabras anéstricas adultas expuestas a machos adultos tratados con testosterona y bajo condiciones de pastoreo en agostaderos marginales. Esta hipótesis es rechazada, ya que no se encontraron diferencias entre tratamientos respecto al porcentaje de ovulación, el peso vivo o la condición corporal (P>0.05). Rekik *et al.* (2012), reportaron un incremento en la tasa ovulatoria de ovejas suplementadas con cladodios de nopal y expuestas al efecto macho con respecto al grupo suplementado con concentrado y también expuesto al efecto macho, sin diferencias en peso vivo y condición corporal. Lo anterior concuerda parcialmente con los resultados obtenidos en el presente estudio.

Sakly *et al.* (2013), evaluaron los efectos de la suplementación con nopal, nopal y harina de soja, concentrado y solo harina de soja en el comportamiento reproductivo de ovinos 10 días después de la introducción de machos. Los resultados demostraron que las ovejas que recibieron nopal lograron un mayor número de folículos preovulatorios entre los días 14 y 19 después de la introducción de los carneros, respecto a las hembras de los otros tratamientos.

Sin embargo, no existieron diferencias en la aparición de la conducta estral en respuesta al efecto macho o en el número de cuerpos lúteos en cualquiera de los tratamientos. En otro estudio realizado por el mismo grupo, ovejas suplementadas con nopal presentaron folículos más grandes que las ovejas suplementadas con concentrado en el día del estro. Asimismo, la tasa de ovulación fue mayor en las ovejas suplementadas con nopal de 6 a 10 días respecto a las ovejas suplementadas con nopal durante un periodo de más de 11 días, así como respecto a ovejas suplementadas con concentrado de 6 a 10 días. Concluyendo que: a) aplicaciones prácticas y reales para la inclusión de nopal en los puntos críticos del calendario reproductivo emergen de estos resultados (Sakly *et al.*, 2013); y b) dichos resultados sugieren que el efecto de la suplementación con nopal sobre la actividad reproductiva en pequeños rumiantes puede ser modulado por la duración de la suplementación, proponiendo "un efecto nopal" como una alternativa al "efecto lupino" o "efecto agudo" reportado en otros estudios (Rekik *et al.*, 2012).

Investigaciones de Urrutia-Morales *et al.* (2009) y Meza-Herrera *et al.* (2011) concuerdan en que tanto peso vivo como la condición corporal son consecuencia de cambios metabólicos, los cuales ocurren estrechamente al inicio de la pubertad y actividad ovárica. Sin embargo, en el presente estudio no se encontraron diferencias en peso vivo y condición corporal entre tratamientos, así mismo estos parámetros (PV y CC) fueron suficientes para mantener una tasa ovulatoria constante entre tratamientos. De la Isla-Herrera *et al.* (2010), reportaron una mayor tasa ovulatoria en ovejas de condición corporal alta y durante el tiempo de mayor actividad reproductiva. Estos resultados concuerdan con otros estudios que demuestran una relación positiva entre la condición corporal y la tasa ovulatoria (Gunn y Doney, 1975; Mcneilly *et al.*, 1987; Forcada *et al.*, 1992; Rojas y Rodríguez, 1997).

Urrutia-Morales *et al.* (2009), evaluaron la influencia de los niveles nutricionales y su interacción con el fotoperiodo sobre la actividad ovárica de cabras criollas mantenidas bajo condiciones subtropicales en México, donde estas cabras mostraron un anestro estacional de marzo a mayo. Dichos autores observaron un efecto positivo de la suplementación nutricional sobre la actividad reproductiva de cabras criollas, superando el efecto inhibitorio de un fotoperiodo creciente durante la mayor parte de la época de anestro. Posteriormente, Flores-Nájera *et al.* (2010), evaluaron el efecto de las señales nutricionales y socio-sexuales sobre la eficiencia reproductiva de cabras expuestas al efecto macho bajo condiciones de pastoreo (22˚ N). Ellos reportaron que las señales nutricionales en la actividad reproductiva tanto en hembras como en machos, superaron el efecto de un fotoperiodo inhibitorio en la función reproductiva,

concluyendo que un incremento en el nivel de nutrición durante el anestro estacional puede ser usado para incrementar la función reproductiva tanto en hembras como en machos criados bajo condiciones nutricionales marginales.

CONCLUSIONES

La suplementación con cladodios de *Opuntia megacantha Salm-Dyck* enriquecidos proteicamente no promovió un mayor porcentaje en la reactivación ovárica de cabras expuestas al efecto macho durante la época de anestro estacional. Tanto el peso vivo como la condición corporal no fueron afectados por la suplementación, sin embargo éstos se mantuvieron constantes teniendo como soporte una suplementación que podría sostener una nutrición adecuada durante la época de transición del anestro al estro y obtener condiciones potencialmente adecuadas para promover un incremento en la tasa ovulatoria. La suplementación con nopal es una ventana de oportunidad en sistemas marginales, ya que el nopal es un recurso natural con gran disponibilidad, bajo costo y poco utilizado. El "efecto agudo" con nopal, alternativo al efecto agudo tradicionalmente realizado con otras fuentes convencionales, ya sea proteicas o energéticas, debe ser evaluado bajo diferentes niveles y tiempos de suplementación. Potencialmente, es factible el uso de una suplementación con nopal preferentemente sometido a un proceso de enriquecimiento proteico, ya que el nopal por sí sólo, sería un suplemento con bajo valor nutritivo. Futuros estudios deberán evaluar otras respuestas ováricas y reproductivas a la suplementación de cladodios de *Opuntia* proteicamente enriquecidos con la finalidad de acelerar no sólo la eficiencia reproductiva y económica, sino también la sostenibilidad de los sistemas de producción caprina en pastizales marginales.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez L., Zarco LA. 2001. Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. Veterinaria México, 32:117-129.

Ben-Salem H., Smith T. 2008. Feeding strategies to increase small ruminant production in dry environments. Small Ruminant Research 77: 174–194.

De la Isla-Herrera G., Aké-López J.R., Ayala-Burgos A., González–Bulnes A. 2010. Efecto de la condición corporal y la época del año sobre el ciclo estral, estro, desarrollo folicular y tasa ovulatoria en ovejas Pelibuey mantenidas en condiciones de trópico. Veterinaria México, 41: 167-175.

Dickie A. M., Paterson C., Anderson J. L. M., Boyd J. S. 1999. Determination of corpora lutea numbers in BooroolaTexol ewes using transrectal ultrasound. Theriogenology. 51: 1209.

Federation of Animal Science Societies (FASS). 2010. Guide for the Care and Use of Agricultural Animals in Research and Teaching, Third Edition. USA.

Flores-Najera M.J., Meza-Herrera C.A., Echavarria F.G., Villagomez E., Iñiguez L., Salinas H., Gonzalez-Bulnes A. 2010. Influence of nutritional and sociosexual cues upon reproductive efficiency of goats exposed to the male effect under extensive conditions. Animal Production Science 50: 897-901.

Forcada F., Abeciaja, Sierra I. 1997. Seasonal changes in oestrus activity and ovulation rate in Rasa Aragonesa ewes maintained at two different body condition levels. Small Ruminant Research, 8:313-324.

Gunn R.G., Doney J.M. 1975. The interaction of nutrition and body condition at mating on ovulation rate and early embryo mortality in Scottish Blackface ewes. Journal of Agricultural Science, Camb 85: 465–470.

Gonzalez-Bulnes, A., Meza-Herrera, C.A., Rekik, M., Ben Salem, H., Kridli RT. 2011. Limiting factors and strategies for improving reproductive outputs of small ruminants reared in semi-arid environments. In: Semi-arid environments: Agriculture, water supply and vegetation. Ed: K.M. Degenovine. Nova Science Publishers Inc. Hauppauge, NY, USA., Chapter 2, p. 41-60.

Luna-Orozco J.R., Guillen-Muñoz J.M., De Santiago-Miramontes M.A., García J.E., Rodríguez-Martínez R., Meza-Herrera C.A., Mellado M., Véliz. F.G. 2012. Influence of sexually inactive bucks subjected to long photoperiod or testosterone on the induction of estrus in anovulatory goats. Tropical Animal Health and Production 44: 71–75.

Martin G. B., Rodger J., Blache D. 2004. Nutritional and environmental effects on reproduction in small ruminants. Reproduction Fertility Development 16: 491–501.

Mcneilly A.S., Jonassen J.A., Rhind S.M. 1987. Reduced ovarian follicular development as a consequence of low body condition in ewes. Acta Endocrinologica (Copenh) 115: 75–83.

Mellado B.M., Valdés O.F. 1998. Guía para el manejo productivo en las explotaciones caprinas del norte de México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Subdirección de Desarrollo. México.

Meza-Herrera C.A., Torres-Moreno M., Lopez-Medrano J.I., Gonzalez-Bulnes A., Veliz F.G., Mellado M., Wurzinger M., Soto-Sanchez M.J., Calderon-Leyva M.G. 2011. Glutamate supply positively affects serum release of triiodothronine and insulin across time without increases of glucose during the onset of puberty in female goats. Animal Reproduction Science. 125: 74-80.

Meza-Herrera, C.A., Tena-Sempere, M. 2012. Interface between nutrition and reproduction: the very basis of production. In: Animal Reproduction in Livestock. [eds. S. Astiz, A. Gonzalez-Bulnes], in Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), under the auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford, UK, [http://www.eolss.net].

Meza-Herrera, C.A., Gonzalez-Velazquez, A., Veliz-Deras, F.G., Rodriguez-Martinez, R., Arellano-Rodriguez, G., Serradilla, J.M., Garcia-Martinez, A., Avendaño-Reyes, L., Macias-Cruz, U. 2014. Short-term glutamate administration positively affects the number of antral follicles and the ovulation rate in cycling adult goats. Reproductive Biology. 13(4):298-301.

Rekik M., Gonzalez-Bulnes A., Lassoued N., Ben-Salem H., Tounsi A., Ben-Salem I. 2012. The cactus effect: an alternative to the lupin effect for increasing ovulation rate in sheep reared in semi-arid regions? Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition 96: 242–249.

Rojas R.O., Rodríguez R.O. 1997. Tasa ovulatoria y presencia de folículos después del estro en ovejas Blackbelly. Técnia Pecuaria en México, 35: 32–38.

Sakly C., Rekik M., Lassoued N., Ben-Salem I., Gonzalez-Bulnes A., Ben-Salem H. Attia S., 2013. Reproductive response of female and male sheep to targeted introduction of cactus (*Opuntia ficusindica f. inermis*) cladodes in the diet. Options Méditerranéennes-A, no. 107.

Scaramuzzi R., Campbell B., Downing J., Kendall N., Khalid M., Munoz-Gutierrez M., Somchit A. 2006. A review of the effects of supplementary nutrition in the ewe on the concentrations of reproductive and metabolic hormones and the mechanisms that regulate folliculogenesis and ovulation rate. Reproduction Nutrition Development 46: 339–354.

Urrutia-Morales J., Meza-Herrera C.A., Escobar-Medina F.J., Gamez- Vazquez H.G., Ramirez-Andrade B.M., Diaz-Gomez M.O., Gonzalez- Bulnes, A. 2009. Relative roles of photoperiodic and nutritional cues in modulating ovarian activity in goats. Reproductive Biology, 9: 283–294.

RESPUESTA SEXUAL DE LAS CABRAS DE LA RAZA ALPINO - FRANCES SINCRONIZADAS CON PROSTAGLANDINAS CON MONTA NATURAL A TIEMPO FIJO

Rivas-Muñoz R[1 *], Carrillo E [1], Véliz FG[2]

[1]Instituto Tecnológico de Torreón, Carretera Torreón-San Pedro km 7.5, Torreón, Coahuila, México, [2] Ciencias Médico Veterinarias, Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, Periférico Raúl López Sánchez y Carretera a Santa Fe, Torreón, Coahuila, México.* raymundorivasmuoz@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

La estacionalidad reproductiva es una característica de la mayoría de las razas de ovejas y cabras de latitudes templadas y subtropicales (Chemineau *et al.,* 1992). Para contrarrestar la estacionalidad reproductiva se han utilizado los tratamientos fotoperiódicos, los socio-sexuales, los nutricionales y los hormonales. En las cabras cíclicas se ha utilizado la aplicación de las prostaglandinas para sincronizar la actividad estral. Existen pocos estudios donde se aplican las prostaglandinas para sincronizar la actividad estral en cabras cíclicas. Uno de esos trabajos es el realizado por Kusina *et al.* (2001), donde mencionan que al aplicar un tratamiento con 100 µg de Prostaglandinas (cloprostenol) con un intervalo de 11 días por animal en cabras multíparas de la raza Mashona, el 100% de las hembras presentó actividad estral a las 120 h después de la segunda inyección de prostaglandinas con una taza de gestación del 100%. Además, cuando se aplican 2 dosis de PGF2α a razón de 0.5 ml (125 µg de Cloprostenol) en un intervalo de 10 días en las cabras Dwarf, se genera la regresión del cuerpo lúteo dentro de las siguientes 48-56 h y los signos del estro se presentan de 56 a 72 h después de la segunda inyección en 19 de 20 animales tratados, con un 100% de hembras preñadas (Khanum *et al.,* 2006). Por otra parte, en países desarrollados, después de la sincronización de celos se realiza la Inseminacion artificial a tiempo fijo (Al Yacoub *et al.,* 2011); sin embargo en México esto puede ser muy costoso para los caprinocultores y es por ello que la mayor parte de los caprinocultores utiliza la monta natural. Por todo lo anterior, este trabajo pretende establecer un tratamiento hormonal de Prostaglandinas F2α de 10 días para sincronizar la actividad sexual de las cabras cíclicas de la raza Alpino-Francés de la Comarca Lagunera utilizando monta natural a tiempo fijo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en el Instituto Tecnológico de Torreón, ubicado en la Comarca Lagunera de Coahuila, México (Latitud 26°23' N y longitud 104°47' W y 1100 a 1400 msnm). En este estudio fueron utilizadas cabras cíclicas la raza Alpino-Francés. Se utilizaron 17 cabras adultas con una edad promedio de 2 años y 6 meses. Las hembras fueron divididas en dos

grupos homogéneos de acuerdo a su peso y condición corporal (P > 0.05). La aplicación de la primera dosis de prostaglandinas (0.5 ml; 125 µg de cloprostenol) fue realizada en ambos grupos el 3 de Octubre; mientras que la segunda aplicación se realizó 10 días después (13 de Octubre). Los dos grupos de hembras fueron alojadas por separado en corrales de 6 X 6 m, con una separación entre sí de por lo menos 60 m. Ambos grupos fueron alimentados con el 100% de sus necesidades de mantenimiento en base a materia seca, con heno de alfalfa (17% PC y 1.9 Mcal kg^{-1}) y concentrado comercial (50 g para las cabras nulíparas y 100 g para las cabras multíparas) durante todo el estudio (14% PC y 2.5 Mcal kg^{-1}; Rivas-Muñoz *et al*., 2010). El agua y las sales minerales fueron proporcionadas a libre acceso para ambos grupos. El celo fue detectado de manera continua 24 h después de la segunda aplicación de prostaglandinas en ambos grupos, utilizando un macho adulto provisto de un mandil para evitar la monta. Cuando en el grupo G8 (n=8) se detectó una hembra en estro, se realizó la monta natural con un macho adulto a tiempo fijo a las 8 h después de los primeros síntomas de celo. De la misma manera, cuando en el grupo G12 (n=9) se detectó una hembra en estro, se realizó la monta natural a tiempo fijo a las 12 h después de los primeros síntomas de celo. Además de la actividad estral, también se determinó la latencia al celo en ambos grupos, la proporción de hembras preñadas y la prolificidad. La gestación se realizó mediante ultrasonografía transrectal 45 días después de la monta (Rivas-Muñoz *et al*., 2010). Análisis estadísticos. Los porcentajes de hembras en estro, de gestación y prolificidad fueron sometidos a una prueba de X^2. La latencia al celo fue analizada mediante una prueba de "t" Estos análisis se realizaron utilizando el programa estadístico de SYSTAT, versión 10 (SPSS, Evanson ILL).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La proporción de hembras que presentaron celo después de la aplicación de la segunda dosis de prostaglandinas fue la similar para los dos grupos (63 y 78%, G8 *vs.* G12; P > 0.05). En nuestro trabajo, la proporción de hembras en estro fue menor a lo reportado en otros trabajos donde mencionan que con la aplicación de 2 dosis de PGF2α a razón de 0.5 ml (125 µg de Cloprostenol) en un intervalo de 10 días en las cabras Dwarf, se presenta del 95 al 100% de hembras en estro (Khanum *et al.,* 2006). La latencia al estro fue similar en ambos grupos (G8 y G12; 45.3 y 42.3 h, respectivamente), no encontrándose diferencia significativa entre grupos (P > 0.05). En este trabajo, los resultados de la latencia al estro fueron menores a los reportados por Kusina *et al.* (2001), donde mencionan que al aplicar un tratamiento con 100 µg de Prostaglandinas (cloprostenol) con un intervalo de 11 días en cabras multíparas de la raza Mashona, el 100% de las hembras presentó actividad estral a las 120 h después de la segunda

aplicación. Por otra parte, la proporción de hembras gestantes fue mayor en el G12 (86%) en comparación con el G8 (20%), existiendo diferencia significativa entre grupos ($P < 0.05$). Existen reportes de otros investigadores que avalan o contradicen según sea el caso, los resultados de la proporción de hembras gestantes reportados en este trabajo. Por una parte, la proporción de hembras gestantes en el G12 fue similar a lo reportado por Kusina *et al.* (2001) donde registraron del 60 al 100% de gestaciones. Mientras que la tasa de gestación de nuestro estudio fueron menores a los reportados por otros investigadores donde obtuvieron el 100% de gestaciones con la aplicación de un tratamiento con 0.5 ml (125 µg de Cloprostenol) de Prostaglandinas con un intervalo de 10 días en cabras de la raza Dwarf (Khanum *et al.,* 2006). Finalmente, La prolificidad fue diferente entre grupos ($P < 0.05$). En efecto, en el G8 se registró una prolificidad de 0.6, mientras que en el grupo G12 fue de 1.1, es decir que existió una diferencia aproximadamente del 50%. De manera general, los resultados obtenidos de hembras en estro y la latencia el celo en este estudio fueron menores a los reportados en la literatura. Por otra parte, en nuestro estudio, probablemente los resultados de la proporción de hembras gestantes sean debidos al momento de realizar la monta natural fija a las 8 y 12 h después del inicio del celo, ya que algunos investigadores mencionan que han obtenido buenas proporciones de hembras gestantes al realizar la inseminación artificial a tiempo fijo 16 h después del inicio del celo en las cabras (Al Yacoub *et al.,* 2011). Finalmente, la baja prolificidad obtenida en el G8 puede ser consecuencia de la misma cantidad de hembras que respondieron al tratamiento con prostagandinas y consecuentemente la proporción de hembras preñadas disminuyó. Es importante mencionar que los tratamientos a base de prostaglandinas aplicados durante la fase luteal provoca la regresión del cuerpo lúteo en hembras cíclicas y el pico de LH ocurre de las 62 a las 64 h después de la inyección, lo que indica la ovulación. No todas las fases del ciclo estral son receptivas al tratamiento, lo que probablemente sucedió en las cabras de este estudio que no respondieron al tratamiento (Nuti *et al.,* 1992; Romano, 1998).

CONCLUSIÓN

De manera general, en este estudio la respuesta sexual de las cabras cíclicas de la raza Alpino-Francés fue similar en ambos grupos experimentales. Sin embargo, es evidente que la monta natural a tiempo fijo a la 8 h después del inicio de los síntomas del celo tiene un efecto negativo sobre la proporción de hembras gestante y la prolificidad.

BIBLIOGRAFÍA

Al Yacoub, A.N.; Gauly M.; Sohnrey B.; Holtz W. 2011. Fixed-time deep uterine insemination in $PGF_{2\alpha}$-synchronized goats. Theriogenology. 76:1730–1735.

Chemineau, P.; Daveau, A.; Maurice, F.; Delgadillo, J. A. 1992. Seasonality of estrus and ovulation is not modified by subjecting female Alpine goats to a tropical photoperiod. Small Ruminant Research 8: 299-312. doi:10.1016/0921-4488(92)90211-L.

Kusina, NT, Chinuwo, T, Hamudikuwanda. H, Ndlovu. LR, Muzanenhamo S. 2001. Effect of different dietary energy level intakes on efficiency of estrus synchronization and fertility in Mashona goat does. Small Rumin Res. 39:283-288.

Khanum, S.A., Hussain, M., Kausar, R. 2006. Manipulation of estrous cycle in Dawarf goat (Capra hircus) using estrumate under different management conditions. Anim. Reprod. Sci. 92: 97-106.

Nuti, L. C., K. N. Bretzlaff, R. G. Elmore, S. A. Meyers, J. N. Rugila, S. P. Brinsko, T. L. Blanchard, and P. G. Weston. 1992. Synchronization of estrus in dairy goats treated with

prostaglandin F at various stages of the estrous cycle. Am. J. Vet. Res. 53:935-937.

Romano, J. E. 1998. Effect of two doses of cloprostenol in two schemes for estrous synchronization in Nubian goats. Small Ruminant Res. 28:171-176.

Rivas-Muñoz R, Carrillo E, Rodriguez-Martinez R, Leyva C, Mellado M, Véliz F.C. 2010. Effect of body condition score of does and use of bucks subjected to added artificial light on estrus response of Alpine goats. Trop Anim Health Prod. 42:1285–1289.

POTENCIAL LECHERO DE LA CABRA CRIOLLA DEL ALTIPLANO ZACATECANO DURANTE EL PERIODO DE ESTIAJE

[1]Flores, M.J., [2]Rosales, C.A., [3]Vélez, L.I., [1]Herrera, M

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Zacatecas. Km 24.5 Carr. Zacatecas-Fresnillo. CP 98500, Calera de Víctor Rosales Zacatecas. flores.manuel@inifap.gob.mx [2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Campo Experimental San Luis. Carretera San Luis-Matehuala Km. 24.5 Col. Ejido El Huizache, Soledad de Graciano Sánchez, CP 78431. San Luis Potosí.[3]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental La Laguna. Blvd José Santos Vald ez 1200 poniente. CP 27440 Matamoros, Coahuila.

INTRODUCCIÓN

En Zacatecas, existen dos sistemas de producción bien definidos, la producción de leche y cabrito en la parte norte del estado y la producción de chivo joven destinado para la birria en la parte centro (Salinas *et al*., 1993). En este último sistema de producción a diferencia del sistema practicado en el norte donde del cabrito es vendido a una temprana edad (30-45 días), la cría generalmente no es destetada, sino que permanece con su madre durante todo el periodo de lactancia hasta que esta es vendida a los 6 meses de edad (Flores *et al*., 2006). En ambos sistemas de producción, los partos y en consecuencia el periodo de lactancia coincide con una reducción de la disponibilidad de forraje en el agostadero lo que perjudica considerablemente la producción de leche y en consecuencia el crecimiento de las crías. De hecho, se ha reportado que durante el periodo de estiaje el porcentaje de proteína cruda disponible en el agostadero baja hasta un 5%, lo cual representa únicamente para el mantenimiento de las hembras (Echavarría *et al*., 2006). Por lo tanto, es importante conocer en estos sistemas de producción el potencial lechero de la cabra criolla, no solo para la alimentación de la cría, si no como una alternativa viable para la venta de leche o para la elaboración de quesos. Es por ello que el objetivo del presente estudio fue para determinar el potencial lechero de la cabra criolla del altiplano Zacatecano durante el periodo de estiaje.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio

El presente trabajo de investigación fue llevado a cabo en la comunidad Casa de Cerros, Pánuco, Zacatecas localizada a 22º 54' y 102º 33', y una altitud media de 2,285 msnm. La precipitación promedio anual en la región es de 400 mm. La vegetación dominante es un "pastizal nativo-matorral espinoso-nopalera" (Echavarría *et al*., 2006).

Animales, manejo y tratamientos

Para este este estudio se utilizaron 23 cabras criollas multíparas. Este tipo racial se deriva de razas españolas como la granadina, la Murcia y malagueña con cruzas de Alpina, Saanen y

Anglio-Nubia (Delgadillo *et al*., 1999). Las cabras fueron divididas en dos grupos tomando en cuenta la fecha de parto, peso corporal, prolificidad y producción de leche. El primer grupo fue alimentado a base de alfalfa a razón de un 4% de su peso vivo (Grupo Intensivo; n=11). En este grupo la fecha de parto fue el 24 de octubre de 2014, el peso promedio fue de 43.3 kg, la prolificidad fue de 1.5 y la producción de leche fue de 0.97 kg. El segundo grupo fue alimentado bajo condiciones de pastoreo extensivo (Grupo Extensivo; n=12). En este grupo la fecha de parto fue el 24 de octubre, el peso fue de 43.1 kg, la prolificidad de 1.5 y la producción de leche de 0.95 kg. Este grupo de cabras salió a pastoreo desde las 10 de la mañana a 7 de la tarde.

Medición de la producción de leche

En ambos grupos la producción de leche fue evaluada cada 7 días desde el parto hasta los 168 días de lactación. Durante los primeros 70 días de la lactación, la producción de leche fue evaluada mediante el peso diferencial de la cría antes y después de amamantarse (Ricordeau *et al*., 1960). Un día antes de la medición, todas las hembras fueron ordeñadas a mano. El día de la medición dos amamantamientos controlados de 4 minutos fueron desarrollados, a las 7:00 am y 19:00 pm. Además, después de cada amamantamiento, una inyección de oxitocina (2 IU; Oxilac, Proquivet, Guadalajara, México) fue inyectada en la vena yugular, seguido por el ordeño manual para extraer la leche residual. El peso de la leche residual fue agregado a la obtenida del peso diferencial de la cría, de esta manera se conformó la producción total.

A partir del día 77 de lactación, la producción de leche fue medida mediante el ordeño manual de la hembra realizado por la misma persona a través de todo el estudio. El día anterior a su medición, todas las hembras fueron ordeñadas a las 7 de la mañana. El próximo día, nuevamente todas las cabras fueron ordeñadas a las 7 de la mañana y la leche colectada fue pesada. Posteriormente, 2 U.I de oxitocina fueron inyectados en la vena yugular de cada hembra para extraer la leche residual mediante ordeño manual. Esta leche residual fue agregada a la obtenida por el ordeño; ambas fracciones conformaron la producción de leche total por hembra.

Análisis de datos

Los efectos de grupo experimental (Intensivo, Extensivo), tiempo (semana de estudio), así como su interacción sobre la producción de leche, fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA) a dos vías. Los datos fueron presentados como promedio ± error estándar de la media. El análisis de datos fue analizado usando el paquete estadístico SYSTAT 12 (Chicago IL).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente estudio las cabras alimentadas bajo condiciones intensivas produjeron mayor producción de leche (0.54±0.0.06 kg), que las cabras alimentadas bajo condiciones de pastoreo extensivo (0.45±0.04 kg; efecto grupo P<0.0011). Sin embargo, en ambos grupos la producción de leche varió de manera significativa a través del tiempo (P<0.001), siendo más alta durante los primeros 70 días de lactación que durante el resto del estudio (día 77 a 168 de lactancia; Figura 1). Además, el efecto de grupo sobre la producción de leche difirió dependiendo de los días de lactancia (efecto interacción; *P*<0.001), siendo más la producción de leche para el grupo intensivo que para el grupo extensivo durante los primeros 70 días. Estos resultados muestran que el potencial lechero de la cabra criolla del altiplano Zacatecano medido durante el periodo estiaje resultó ser eficiente únicamente durante los primeros 70 días de lactación. Posteriormente, la producción de leche de ambos grupos fue similar. Es probable que la baja eficiencia de la producción de leche de las cabras alimentadas bajo condiciones intensivas se deba al genotipo de los animales, los cuales son de orientación cárnica, tal como lo describe Salinas *et al*., (1993). En ese estudio, los autores reportaron que el sistema de producción predominante es la obtención de chivo joven para birria y no la producción de leche. En aquellas razas de cabras con orientación lechera, la producción de láctea es mayor en cabras alimentadas bajo condiciones intensivas (Flores *et al*., 2011) que en aquellas cabras que son alimentadas bajo condiciones de pastoreo extensivo (Flores *et al*., 2015). Sin embargo, en aquellas razas de cabras con orientación cárnica, el potencial de producción de leche no puede ser modificada por el sistema de producción tal como lo reportan en razas lecheras. Estudios al respecto indican que en cabras lecheras como la raza Toggenburg y Alpina inglesa expresaron su potencial genético para producción leche aun en condiciones de alimentación extensivas, en comparación a la producción reportada por la cabra indígena de Sudáfrica (Norris *et al*., 2011). Otro factor que modificó la producción de leche del grupo extensivo fue la disponibilidad de forraje en el agostadero. Como se puede observar en la figura 1, a partir del día 77 de lactancia, el grupo extensivo mostró un incremento de la producción de leche similar al del grupo intensivo. Lo anterior se debió probablemente a un aumento en la disponibilidad de forraje en el agostadero propiciado en parte, por un incremento en las precipitaciones pluviales registradas en los meses de enero, febrero y marzo (Medina *et al*., 2015).

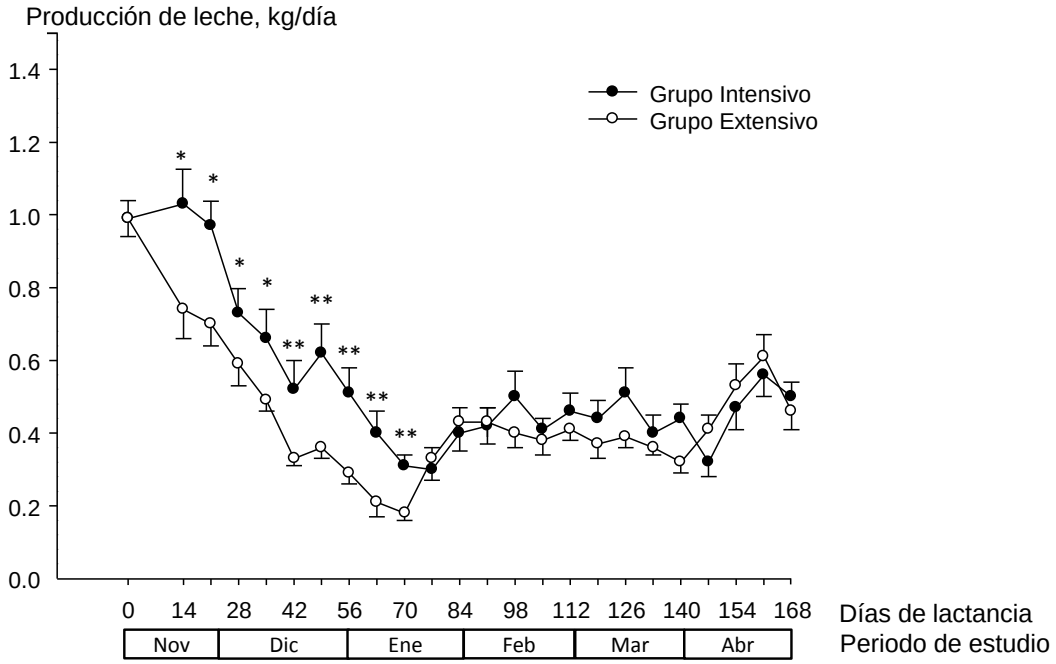


Figura 1. Producción de leche de la cabra criolla del altiplano Zacatecano durante el periodo de estiaje.

CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio permiten concluir que el potencial lechero de la cabra criolla del altiplano Zacatecano durante el periodo de estiaje resultó ser eficiente únicamente durante los primeros 70 días de lactancia.

BIBLIOGRAFÍA

Echavarría, F.G., Gutiérrez, R., Ledesma, R.I., Bañuelos, R., Aguilera, J.I. y Serna, A. 2006. Influencia del sistema de pastoreo con pequeños rumiantes en un agostadero del semiárido Zacatecano. I Vegetación nativa. Técnica Pecuaria de México. 44: 203-217.

Flores, M. J., Flores, J. A., Elizundia, J. A., Mejía, A., Delgadillo, J.A. and Hernández, H. 2011. Artificial long day photoperiod in the subtropics increases milk production in goats giving birth in late autumn. Journal of Animal Science 89: 856–862.

Flores, M.J., Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Pastor, F.J., Duarte, G., Vielma, J and Hernández, H. 2015. Artificial long days increase milk production in subtropical lactating goats managed under extensive grazing conditions. Journal Agricultural Science. 153: 335-342.

Flores, M.J., Echavarría, F.G. y Salinas, H. 2005. GGAVATT "Caprinocultores de Pánuco" Integración y Diagnóstico Estático.. Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Zacatecas. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. 20 p. (Folleto para Productores No. 32).

Medina, G. Reporte agrometeorologico del mes de enero de 2015. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Zacatecas. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas. Folleto Informativo No. 136. 28 p.

Medina, G. Reporte agrometeorologico del mes de febrero de 2015. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Zacatecas. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas. Folleto Informativo No. 137. 20 p.

Medina, G. Reporte agrometeorologico del mes de Marzo de 2015. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Zacatecas. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas. Folleto Informativo No. 136 19 p.

Norris, D., Ngambi, J.W., Benyi, K. and Mbajiorgu, C.A. 2011. Milk production of three exotic dairy goat genotypes in limpopo province, South Africa.. Asian J. Anim. Vet. Adv., 6, 274-281.

Ricordeau, G., R. Boccard, and R. Denamur. 1960. Mesure de la production laitière des brebis pendant la période d'allaitement. Ann. Zootech. 9:97–120.

Salinas, H., Flores, R.T. y Falcón J.A., 1993. Diagnóstico del sistema de producción de carne en el estado de Zacatecas. En: Reporte del proyecto de sistemas de producción caprino en la Comarca Lagunera y Zacatecas. Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales y Agropecuarias. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo Rural. Campo Experimental Calera. Calera, de Víctor Rosales, Zacatecas. México.75 p. (Publicación Especial No. 10).

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LECHE DE CABRA CRIOLLA DEL ALTIPLANO ZACATECANO ALIMENTADA BAJO DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

[1]Flores, M.J., [1]Herrera, M., [2]Vélez, L.I., [3]Rosales, C.A., [1]Echavarría, F.G

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Zacatecas. Km 24.5 Carr. Zacatecas-Fresnillo. CP 98500, Calera de Víctor Rosales Zacatecas. flores.manuel@inifap.gob.mx [2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental La Laguna. Blvd José Santos Valdez 1200 poniente. CP 27440 Matamoros, Coahuila. [3]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Campo Experimental San Luis. Carretera San Luis-Matehuala Km. 24.5 Col. Ejido El Huizache, Soledad de Graciano Sánchez, CP 78431. San Luis Potosí.

INTRODUCCIÓN

La calidad de la leche de cabra puede ser definida como el potencial para tolerar diferentes tratamientos tecnológicos con el fin de obtener un producto con la capacidad de satisfacer la demanda de sus consumidores, en términos de salud, valor nutricional, seguridad y atributo sensorial (García *et al*., 2014). Con respecto al valor nutricional de la leche, destaca la composición química; grasa, proteína y lactosa. Estos tres componentes de la leche pueden variar, según la raza (Mestawet *et al*., 2012), estado de lactación (Strzałkowska *et al*., 2009), estado nutricional (Pulina *et al*., 2008) y sistema de producción (Never *et al*., 20015). Relativo a este último factor, se ha demostrado que la composición de la leche varía dependiendo del sistema de producción. En cabras de la raza Nguni y Boer, el porcentaje de proteína en leche es mayor sistema intensivo que en el extensivo (Mmbengwa *et al*., 2008). En cambio, el porcentaje de grasa en leche por ejemplo, es mayor en cabras alimentadas bajo condiciones extensivas que en cabras alimentadas en condiciones intensivas. Esa diferencia generalmente está asociado a un efecto llamado “dilución de la grasa en leche” (Flamant and Morand-Fehr,1982). Con respecto, al porcentaje de lactosa en leche, generalmente es menor en animales manejado bajo condiciones de pastoreo que animales alimentados bajo condiciones intensivas, lo anterior obedece a que la variación de los recursos alimenticios influyen en el contenido de lactosa, la cual es baja durante la estación seca que en la estación de lluvias (Never, 2015). En este contexto, el objetivo del presente estudio fue para determinar el efecto del sistema de producción (intensivo o extensivo) sobre la composición química de la leche de cabra criolla del altiplano Zacatecano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio

El presente trabajo de investigación fue llevado a cabo en la comunidad Casa de Cerros, Pánuco, Zacatecas localizada a 22º 54' y 102º 33', y una altitud media de 2,285 msnm. La

precipitación promedio anual en la región es de 400 mm. La vegetación dominante es un "pastizal nativo-matorral espinoso-nopalera" (Echavarría *et al*., 2006).

Animales, manejo y tratamientos

Para este este estudio se utilizaron 23 cabras criollas multíparas. Este tipo racial se deriva de razas españolas como la granadina, la Murcia y malagueña con cruzas de Alpina, Saanen y Anglio-Nubia (Delgadillo et al., 1999). Las cabras fueron divididas en dos grupos tomando en cuenta la fecha de parto y producción de leche. El primer grupo fue alimentado a base de alfalfa a razón de un 4% de su peso vivo (Grupo Intensivo; n=11). En este grupo la fecha de parto fue el 24 de octubre de 2014, y la producción de leche fue de 0.97 kg. El segundo grupo fue alimentado exclusivamente bajo condiciones de pastoreo extensivo (Grupo Extensivo; n=12). En este grupo la fecha de parto fue el 24 de octubre de 2014, y la producción de leche fue de 0.95 kg. En este grupo el pastoreo de las cabras se realizó desde las 10 de la mañana a 7 de la tarde.

Medición de la composición de leche

En ambos grupos, la composición química de leche de fue medida cada 7 días desde el parto hasta los 168 días de lactación. Para tal efecto, una muestra de 50 mL (25 mL de cada una de las glándula de la ubre) leche fue colectada de cada cabra. La muestra fue mantenida en hielo y transportada al laboratorio para la determinación de grasa, proteína y lactosa usando un milksocan Milko Tester LTD (MasterEco, Belovo, Bulgaria).

Análisis de datos

Los efectos de grupo experimental (Intensivo, Extensivo), tiempo (semana de estudio), así como su interacción sobre la composición química de la leche (grasa, proteína y lactosa), fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA) a dos vías. Los datos fueron presentados como promedio ± error estándar de la media. El análisis de datos fue analizado usando el paquete estadístico SYSTAT 12 (Chicago IL).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio demuestran que la composición química de la leche de cabra (grasa, proteína y lactosa), depende del sistema de producción. En efecto, el contenido de grasa en leche fue mayor para el grupo alimentado bajo condiciones de pastoreo extensivo (4.3%) que para el grupo alimentado bajo condiciones intensivas (3.4%; Figura 1). En ambos grupos, el porcentaje de grasa en leche varío de manera significativa a través de todo el estudio (P<0.001). Además, el efecto de grupo sobre el porcentaje de grasa en leche difirió dependiendo de la semana de lactancia (interacción grupo x tiempo; P<0.001). Es probable que la mayor cantidad de grasa determinada en leche del grupo extensivo se deba a un efecto dilución, ya que estas cabras produjeron menor cantidad de leche que el grupo intensivo. A este

respecto Flamant y Morand-Fehr, (1982), observaron que un alto nivel de producción de leche está asociado con una bajo contenido de grasa en leche, tal como fue observado en el grupo intensivo (datos publicados en este congreso). En cambio, los porcentajes de proteína y lactosa en leche fueron mayores para el grupo intensivo que para el grupo extensivo. Relativo al porcentaje de proteína en leche, los datos muestran un efecto significativo de grupo sobre este componente ($P<0.001$); el grupo alimentado bajo condiciones intensivas presentó mayor porcentaje de proteína (3.4%; Figura1) que el grupo alimentado bajo condiciones de pastoreo extensivo (3.2%). En ambos grupos, el porcentaje de proteína en leche varío de manera significativa a través de todo el estudio ($P<0.001$). Ninguna interacción fue encontrada entre grupo y semana de lactancia ($P>0.05$). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Mmbengwa *et al*. (2008) y Aplocina and Spruzs, 2012 en cabras indígenas de Sudáfrica y en la raza Boer, respectivamente, ellos reportaron que el contenido de proteína en leche fue mayor para las cabras alimentadas de manera intensiva que para las cabras alimentadas de forma extensiva. Con respecto al contenido de lactosa en leche, los datos indican que el grupo alimentado bajo condiciones de pastoreo intensivo presentó mayor porcentaje de lactosa en leche (5.1%) que el grupo extensivo (4.8%; Figura1). Además, el porcentaje de lactosa en leche varío de manera significativa a través de todo el estudio ($P<0.001$). También, el efecto de grupo sobre el porcentaje de lactosa en leche difirió dependiendo de la semana de lactancia (interacción grupo x tiempo; $P<0.05$). La diferencia en el contenido de lactosa entre ambos grupos se debió a que este carbohidrato está relacionado al volumen de la leche (Pollot, 2004). Las cabras del grupo intensivo produjeron mayor cantidad de leche que el grupo extensivo, por lo tanto, produjeron mayor contenido de lactosa (Datos publicados en este congreso).

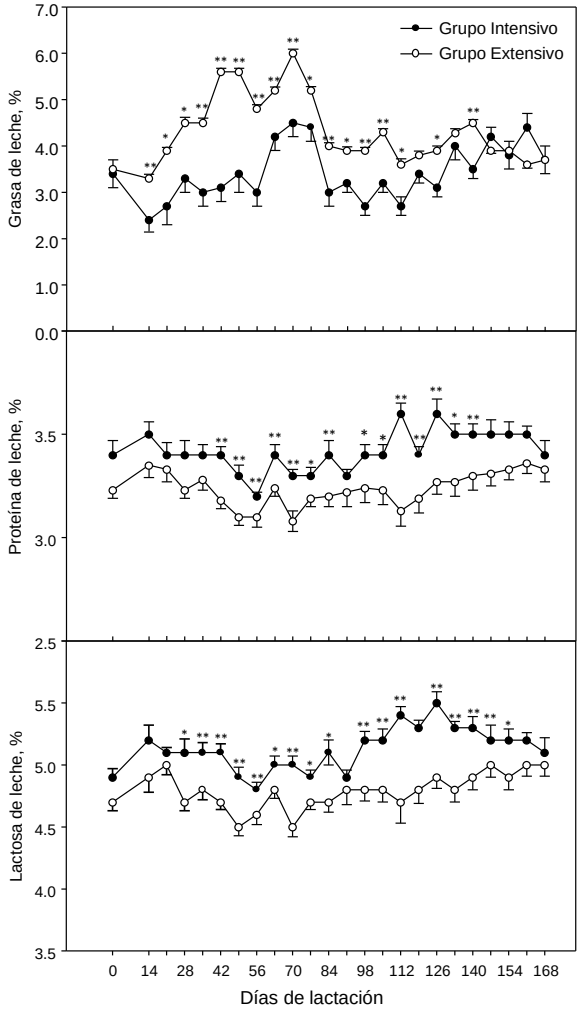


Figura 1. Composición química de la leche de cabra criolla del altiplano Zacatecano en dos sistemas de producción.

CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio demuestran que la composición química de la leche de cabra criolla del altiplano Zacatecano depende del sistema de producción. Las cabras manejadas bajo condiciones extensivas produjeron mayor cantidad de grasa en leche que las del grupo intensivo. Sin embargo, las cabras del grupo intensivo produjeron más proteína y lactosa que el grupo extensivo.

BIBLIOGRAFÍA

Aplocina, E., Spruzs, J., 2012. Influence of different feedstuffs on quality of goat milk. Lucrări Ştiinţifice - Seria Zootehn., 57,285- 288.

Delgadillo, J.A., Canedo, G.A., Chemineau, P and D Guillaume. 1999. Evidence for an anual reproductive rhythm independent of food availability in male goats in subtropical northern Mexico. Theriogenology. 52: 727-737.

Echavarría, F.G., Gutiérrez, R., Ledesma, R.I., Bañuelos, R., Aguilera, J.I. y Serna, A. 2006. Influencia del sistema de pastoreo con pequeños rumiantes en un agostadero del semiárido Zacatecano. I Vegetación nativa. Técnica Pecuaria de México. 44: 203-217.

Flamant, J.C., Morand-Fehr, P., 1982. Milk production in sheep and goats. In, Sheep and Goat production (editor I E coop). World Anim. Sci. series, Elsevier, Amsterdom., 26, 275-295.

García, V., Rovira, K., Boutoial, K and López M.B. Improvements in goats milk quality: A review. Small Ruminante Research. 121: 51-57

Mestawet, T.A., Girma, A., Adnoy, T., Devold, T.G., Narvhus, J.A and Vegarud G.E. 2012. Milk production, composition and variation at diferente lactation stages of four goats breeds in Ethiopia. Small Ruminant Research. 105: 176-181.

Mmbengwa, V.M., Ramalivhana, J.N., Gundidza, M., Fair, M.D., du Toit, J.E.J., Greyling, J.P.C., 2008. South African indigenous goat milk, a potential alternative source of macro-nutrients for poverty-stricken rural areas. Livest. Res. Rur. Dev., 20 (8).

Morand-Fehr, P., Fedele, V., Decandia, M and Le Frileux, Y. Influence of farming and feeding systems on composition and quality of goat and sheep milk. 2007. Small Ruminant Research. 68: 20-34.

Never, A. 2015. Effects of nutrition on yield and milk composition in sheep and goats. Scientific Journal of Animal Science. 4: 1-10.

Pollott, G.E., 2004. Deconstructing milk yield and composition during lactation using biologically based lactation models. J. Dairy Sci., 87, 2375-2387.

Pulina, G., Nudda, A., Battacone, G., Fancellu, S and Francesconi A.H.D. 2008. Nutrition and quality of goats milk. In: Dairy goats feeding and nutrition. Pages 1-30. CAB International 2008. Bologna, Italy.

Strzałkowska, N., Jóźwik, A., Bagnicka, E., Krzyżewski, J., Horbańczuk, K., Pyzel, B and Horbańczuk J. O. 2009. Chemical composition, physical traits and fatty acid profile of goat milk as related to the stage of lactation. Animal Science. Poland. 4: 311-320.

INDUCCIÓN DE LA ACTIVIDAD REPRODUCTIVA DE HEMBRAS ANESTRICAS CON MACHOS CABRÍOS TRATADOS CON GLUTAMATO DURANTE EL MES DE MAYO EN EL NORTE DE MÉXICO

J.M. Guillén[1], Z. Santos[1], G. Arellano-Rodríguez[1], G. Rodríguez-Martínez, E. Carrillo[2], F.G. Véliz-Deras[1]

[1] Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, periférico Raúl López Sánchez y Carretera Santa Fe, Torreón, México.[2] Instituto tecnológico de Torreón, Torreón, México velizderas@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La estacionalidad reproductiva es una característica de las razas de ovejas y cabras originarias o adaptadas a latitudes templadas. Mientras que las hembras muestran un anestro reproductivo en épocas del año con días más largos, así mismo los machos exhiben un comportamiento de anestro reproductivo durante el mismo lapso (Carrillo *et al*., 2010). Mientras que la actividad reproductiva en mamíferos es dependiente de las hormonas, en varios casos el entorno social puede ejercer alguna acción moduladora (Véliz *et al.*, 2006). Durante el periodo de anestro la actividad sexual puede ser estimulada y sincronizada al ponerlas en contacto con machos cabríos, lo que se conoce como efecto macho (Delgadillo *et al*., 2003; Delgadillo *et al*., 2002). Este método consiste en la introducción repentina de un macho en un grupo de hembras anovulatorias, promoviendo su actividad estral y ovárica en los días subsiguientes (Véliz *et al.,* 2009). El efecto macho es un fenómeno multisensorial que involucra el olfato, la vista, el tacto y el oído. Un factor muy importante que influye en la respuesta de las hembras al efecto macho es el comportamiento sexual de los machos (Rivas-Muñoz *et al*., 2010). El presente trabajo tiene como objetivo determinar si los machos cabríos inactivos tratados con glutamato estimulan la actividad estral en cabras anovulatorias del norte de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el norte de México (25°81’ LN y -103°24’ LO), del 10 de abril del 2015 al 22 de Junio 2015. Se utilizaron 10 machos cabríos adultos de fenotipo multirraciales (24-48 meses de edad) y 40 cabras anovulatorias de fenotipo multiraciales (24-60 meses de edad). Estuvieron estabulados antes y durante el estudio, sometidos a las variaciones naturales del fotoperiodo. La anovulación se determinó mediante ultrasonografía transrectal y posteriormente se les aplicó 25 mg de progesterona (PROGESTVIT-Lab. Brovel S.A. de C.V.) en una dosis única antes del contacto con los machos, para evitar ciclos cortos.

Los machos cabríos (n=10) se separaron en 2 grupos homogéneos (n=5 c/u) y fueron tratados de la siguiente manera: 1) Machos tratados con glutamato estos recibieron una infusión de L-

glutamato (7 mg kg-1 PV, i.v.) cada 3 días/4 semanas antes del estudio, 2) Machos tratados con solución salina estos recibieron 1 ml, cada 3 días/4 semanas antes del estudio (CON).

El día del empadre, las hembras fueron divididas en dos grupos homogéneos (n=20 c/u) en cuanto a su peso vivo y peso corporal, en cada grupo se introdujeron tres machos y los otros 2 de cada grupo seleccionados aleatoriamente de los previamente tratados (GLUT y CON). La actividad sexual de las hembras fue observada desde el primer día del empadre para detectar el inicio de estro cada 12 horas por 15 días consecutivos. El día diez se midió el número y tamaño de cuerpos lúteos y el tamaño de ovarios; el día 45 se realizó el diagnóstico de gestación mediante ultrasonido transrectal (HS-2000, Honda Electronics CO, LTD.). Los datos de las hembras fueron evaluados mediante X^2, utilizando el programa estadístico SYSTAT 12.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra los datos de respuesta reproductiva de cabras anestricas expuestas a machos cabríos tratados con glutamato (GLUT), y solución salina (CON) durante el efecto macho. La latencia al estro en los grupos de hembras GLUT y CON fue igual en los dos grupos (0 vs 0; $p>0.05$). También la proporción de hembras que mostró respuesta estral durante los primeros 10 días fue igual en los grupos GLUT y CON (0 vs 0, respectivamente; $p>0.05$). Finalmente la respuesta ovulatoria y la tasa ovulatoria mostraron resultados similares en GLUT y CON (0 vs 0, respectivamente; $p>0.05$).

Tabla 1. Respuesta reproductiva de cabras anestricas expuestas a machos cabrios tratados con glutamato (GLUT), y solución salina (CON) bajo condiciones de fotoperiodo natural.

	GLUT	CON
Cabras (n)	(20)	(20)
Latencia al estro (h)	0^a	0^a
Respuesta estral (n)	$0/20^a$ (0 %)	$0/20^a$ (0 %)
Respuesta ovulatoria (n)	$0/20^a$ (0 %)	$0/20^a$ (0 %)
Tasa ovulatoria	0^a	0^a

a, b = Valores con diferente literal en la misma fila difieren estadisticamente ($p<0.05$)

Los resultados de este estudio sugieren que los machos tratados con glutamato no estimulan a las hembras anovulatorias bajo las condiciones en que se realizó el estudio, esto debido a que el glutamato no fue efectivo en estimular lo suficiente a los machos inactivos, por ende, no fueron capaces de estimular a las hembras anovulatorias a mostrar respuesta estral. Estos resultados no concuerdan con los descritos por Gonzalez Sánchez (2010), quienes mencionan que el glutamato mejora los niveles de testosterona y su patrón de secreción en machos caprinos Alpinos lo cual es atribuido a un efecto a nivel hipotalámico promoviendo la secreción de GnRH y afectando positivamente el perfil de secreción de LH por parte de los gonadotrofos en la pituitaria anterior, lo cual, afecta positivamente la función de las células testiculares de Leydig, incrementando la síntesis y liberación de testosterona. Con lo anterior podríamos suponer que al aumentar los niveles de testosterona se mejoraría la conducta sexual de los machos y así estimular a las hembras anovulatorias. Pero recordemos que la máxima respuesta de las cabras al efecto macho se obtiene cuando todas las señales están presentes, es decir cuando el macho está en contacto directo con las cabras, pero también, esta respuesta depende de la calidad del estímulo que el macho cabrío proporcione a la hembra (Delgadillo *et al*., 2003). Por tal motivo, probablemente no hubo respuesta sexual de las hembras a los machos tratados con glutamato.

CONCLUSIONES

Los machos tratados con glutamato no son efectivos para inducir una respuesta estral y reproductiva en hembras anestricas del norte de México. Sugerimos seguir investigando con otras dosis o patrones de aplicación para poder mejorar esta respuesta.

BIBLIOGRAFIA

Carrillo, E., C. A. Meza-Herrera, F.G. Veliz-Deras. 2010. Reproductive seasonality of young French-Alpine goat bucks adapted to subtropical conditions in Mexico. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. 1(2):169-178.

Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Hernández, H.F., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Chemineau, P., y Malpaux, B. 2002. Induction of sexual activity in lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. J. Anim. Sci. 2780-2786.

Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Malpaux, B. 2003. Control de la reproducción de los caprinos del subtrópico mexicano utilizando tratamientos con fotoperiodo y efecto macho. Vet. Méx. 69-79.

Gonzalez-Sánchez, A.L., Véliz-Deras, F.G., De Santiago-Miramontes, M.A., Rivas-Muñoz, R., Carrillo, E., Calderón-Leyva, M.G., Buendía-Tamariz, M.N., Abad-Zavaleta, J., Meza-Herrera, C. A. 2010. Aminoácidos excitadores, fotoperiodos crecientes, y niveles sericos de testosterona en machos caprinos. Revista Chapingo Serie Zonas Aridas. 193-200

Rivas-Muñoz, R.; Carrillo, E; Rodríguez-Martínez, R; Leyva, C.; Mellado, M.; Véliz, F. G. 2010. Effect of body condition score of does and use of bucks subjected to added artificial light on estrus response of Alpine goats. Tropical Animal Health Production. 1285-1289.

Véliz, F.G., Poindron, P., Malpaux, B., Delgadillo, J.A. 2006. Maintaining contact with bucks does not induce refractoriness to the male effect in seasonally anestrous female goats. Anim. Reprod. Sci. 300–309.

EFECTO DE LA PROGESTERONA Y PMSG EN EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE OVEJAS EN ANESTRO EN UNA ZONA SEMIÁRIDA

Rodríguez Contreras P, Toca Ramírez JA, Saucedo Quintero JS, Reveles Saucedo FO, Gallegos de la Hoya MP

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Carr. Durango-Mezquital Km 11.5 Durango, Dgo. Tel: 618 818-9932 e-mail: mayelapat@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

En México, el consumo de carne per cápita (res, cerdo, ave, ovina y caprina en conjunto) se ha incrementado en los últimos 20 años (de 23 kg en 1970, a 63 kg), lo que significa un aumento de 84.5% (29 kg). Lo anterior, en parte se debe al aumento en el poder adquisitivo y de la población la cual creció 2.3 veces, aumentando el número de consumidores también (SIAP, 2011; Disemina, 2012), lo que ha llevado a un déficit en la producción de este alimento y a la necesidad de modificar los sistemas de producción, dado que el volumen de carne importada es del 30% (Gómez, 2011). Dado que la producción de estas especies, aun se hace de forma tradicional, en general se obtienen bajos índices productivos. Por otro lado, estas especies son poliéstricos estacionales con ovulación espontánea, lo que en cierta medida limita su actividad reproductiva a una estación del año (Yadi *et al*., 2011; Fatet *et al*., 2011). En las últimas décadas diversas estrategias se han planteado para incrementar la producción de carne y dar respuesta a la demanda de esta. Una de las cuales es el control de la reproducción en pequeños rumiantes con el uso de hormonas que modifican los eventos fisiológicos involucrados en el ciclo estrual (Abecia *et al*., 2012). La fisiología de la progesterona o sus análogos, se cimenta en la manipulación de la fase lútea del ciclo, en tanto que la prostaglandina F_2 α (PGF_2 α), acorta la vida del cuerpo lúteo e induce una nueva fase folicular con ovulación. Estos fármacos, han hecho posible la inducción de la actividad ovárica en los pequeños rumiantes en cualquier época del año, aunque no se ha establecido un protocolo específico por rebaño y los resultados de estos son inconsistentes, dadas las diferentes condiciones orográficas, genéticas, nutricionales y sanitarias en las que se explotan estos animales. El presente trabajo tuvo como finalidad evaluar la respuesta reproductiva a un protocolo de sincronización del estro con progestágeno, PGF_2 α y PMSG, en ovejas Suffolk primíparas y multíparas fuera de época reproductiva en una zona semiárida de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el área ovina de la FMVZ de la Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED), ubicada en el km 11.5 de la carretera Durango-Mezquital, Latitud Norte

24°10´00´´ Longitud Oeste 104°40´00´´ y 1890 msnm. El clima es BS1 (w) (e) templado seco, con lluvias durante el verano y frio en el invierno. La temperatura durante el verano oscila en 37-39 °C, con lluvias regulares en Junio, Julio y Agosto, alcanzando una precipitación promedio de 450 mm^3, humedad relativa de 60.8% en verano (INIFAP, CEVAG, 2013). Durante los meses de junio-julio, se utilizaron 24 hembras multíparas de la raza Suffolk con un edad y peso promedio de 2.5 años y 68.6 kg. 24 hembras primíparas con un peso y edad promedio de 63.8 kg y 8 meses. La condición corporal (CC) en ambos grupos fue de 4 al inicio del tratamiento (se evaluó del 1 al 5). Para la inducción del estro, las ovejas se dividieron al azar en: G1M multíparas (n=9), las cuales recibieron 65 mg MAP + 250 µg cloprostenol + 400 UI PMSG; G2P primíparas (n=15), 65 mg MAP + 250 µg cloprostenol, G3M multíparas (n=10), 20 mg Cronolona + 250 µg cloprostenol; G4P primíparas (n=14), 20 mg Cronolona + 250 µg cloprostenol + 200 UI PMSG. El protocolo utilizado en los 4 grupos se representa en la Figura 1. Se midió CC y peso al inicio del tratamiento, intervalo tratamiento-estro, longitud del estro, porcentaje de estro, fertilidad, tipo de parto y prolificidad. Los datos se analizaron mediante un ANOVA y la diferencia entre las medias se estableció con una prueba de Duncan (SPSS, ver 11).

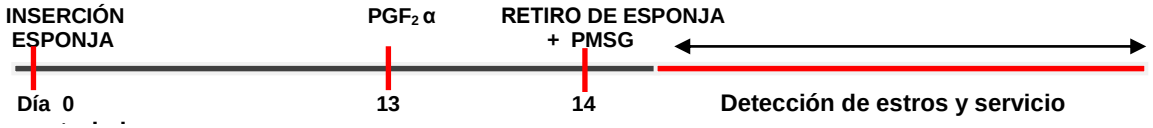


Figura 1. Protocolo para la inducción del estro en ovejas primíparas y multíparas en Anestro estacional.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La CC de las ovejas fue de 4 e igual entre grupos (P > 0.05); el peso corporal fue 63.3, 73.3, 58.7 y 59.8 kg para el G1M, G2P, G3M y G4P, respectivamente. El G3M registro un 30% de pérdida de esponjas; la retención de esponjas fue de 93.7% en general; aunque el 33% de las ovejas que tiraron la esponja, presentaron estro. En la Tabla 1 se encuentra el inicio y la longitud del estro por grupo. La mayor agrupación de los estros se dio entre las 24 a 36 h pos retiro de la esponja. En total el 87.5% de las ovejas presento estro. Por grupo, fue 88.8, 80, 80 y 100% para el G1M, G2P, G3M y G4P, respectivamente. En cuanto al porcentaje de fertilidad se encontró diferencia entre grupos (P < 0.05) que recibieron PMSG, independientemente del número de partos; en promedio, se obtuvo 41.2% de gestación (Tabla 1). El 22.9% de las ovejas retornaron al estro y registraron el parto fuera del programa de sincronización de estros, lo cual puede ser atribuido al efecto del estímulo de los animales que presentaron estro y a la presencia del macho.

Tabla 1. Comportamiento reproductivo en ovejas con estro inducido en época de anestro.

	G1M	G2P	G3M	G4P
Inicio del estro (h)	24.9 ± 11a	43.4 ± 27.5b	37.8 ± 24a	37.8 ± 24a
Longitud del estro (h	32.3 ± 13.5a	25.4 ± 14.8a	29.9 ± 20.0a	24.3 ± 12.5a
Estro (%)	88.8a	80a	80a	100a
Partos (%)	44.4a	33.3b	30b	57.1a
Prolificidad	1.7a	1.2b	1.0b	1.4b

M = multíparas P = primíparas

* Literales diferentes en fila indican diferencia estadística ($p < 0.05$)

Tabla 2. Costo del tratamiento hormonal por oveja, para la inducción del estro.

	Costo en pesos mexicanos			
GRUPO	Progestágeno	PGF_2 α	PMSG	Total/oveja
G1M*	45	27	68	140
G2P*	45	27	-	72
G3M	84	27	-	111
G4P	84	27	36.5	147.5

*M = multíparas *P = primíparas

Posterior a la inducción del estro y servicio dentro del programa de sincronización de estros, los sementales se soltaron con las hembras para que dieran servicio a las que retornaran al estro. El 35.4% (17/48) de las ovejas, no parieron. En cuanto al sexo y peso de las crías nacidas, se obtuvo 57 % de machos y 43 % de hembras con 4.9 kg y 4,5 kg de peso al nacimiento. En la Tabla 2, se muestra el costo de los protocolos para la sincronización del estro. La progesterona y la PGF_2 α o sus análogos inducen o modifican la ciclicidad ovárica en los pequeños rumiantes, la GnRH, PMSG, FSH o LH pueden utilizarse para incrementar índice de ovulación y prolificidad; en este caso no hubo diferencia entre grupos en cuanto a la inducción y longitud del estro. Cuando estos fármacos se usan durante la época reproductiva el resultado es de un 85 a 90% de animales en estro y concepción (Yadi *et al*., 2011). Sin embargo, las diferencias en cuanto al comportamiento reproductivo se refiere, en general son comunes por las diferencias en edad, raza, factores nutricionales y climáticos; por tanto, no se puede estandarizar un protocolo para la sincronización de estros por especie y por época del año. Uribe-Velásquez y

cols., (2008) reportan un intervalo estro-ovulación de 66.14 ± 6.4 h en ovejas tratadas con CIDR + 500 IU de eCG al inicio de la fase lútea (ovarios activos). En cuanto al estímulo sexual, en este caso se observo que las ovejas que no quedaron gestantes, continuaron ciclando. Álvárez y Zarco, (2001) la introducción del macho y hembras en estro a grupos de ovejas anestricas, provoca una respuesta ovulatoria sincronizada en los primeros tres a cinco días siguientes y la señal del macho es principalmente feromonal y desencadena un incremento en la frecuencia y amplitud de los pulsos de la hormona luteinizante. El porcentaje de hembras ovulando en respuesta al olor del macho es menor que cuando existe contacto físico total con el semental, como fue el caso de estas ovejas. Posterior a la inducción del estro y servicio como respuesta al programa de sincronización de estros, los sementales se soltaron con las hembras para que dieran servicio a las que retornaran al estro. Cabe mencionar que es importante cuidar la relación macho:hembra al momento de realizar los servicios controlados, siendo una relación óptima 1:5 en programas de sincronización de estros, dada la longitud del estro y considerando también que la concentración espermática es menor en época no reproductiva y de las temperaturas ambientales elevadas (en verano), tal y como fue el caso de este estudio. El peso al nacimiento de los corderos registrado, coincide con Montaldo y cols. (2011) quienes reportan un peso de 4.9 kg al nacimiento. En las ovejas el comportamiento reproductivo se mide por varios parámetros; entre los más utilizados son: la tasa de natalidad en relación al número de ovejas expuestas o apareadas, la proporción de corderos nacidos (vivos y muertos) por parto/oveja (o prolificidad) y la edad al primer parto. Las metas varían entre los diferentes sistemas de cría. No obstante, en razas de lana (como la Suffolk) una tasa de parición de <90 %, 1 cordero nacido/oveja/parto y < 0,8 corderos destetados/oveja/parto, son aceptables. Tradicionalmente, se espera que las ovejas paran un cordero hasta los 2 años de edad, cuando se puede lograr a los 12-13 meses.

CONCLUSIONES

La paridad de los animales, no tuvo efecto en la respuesta obtenida en presentación de estros, partos y prolificidad, las cuales fueron igual entre grupos. El uso del tipo de progestágeno y PMSG es cuestionable, dado el costo del protocolo. Para el caso del G1M, el uso de la PMSG representa el 48.5% del costo del protocolo y en el G4P, esta hormona es el 24.8% del costo (Tabla 2). La produccion de carne en el pais es insuficiente, la inducción de la actividad ovárica en especies poliéstricas estacionales, es una alternativa para obtener 3 partos cada dos años o un parto cada ocho meses y con ello incrementar la productividad de los rebaños. Sin embargo, este sistema de producción implica inversión extra en la alimentación, protocolos de manejo y

disponibilidad de mayor numero de sementales. La producción tradicional coincide con la producción de pasto, lo que minimiza los costos de producción, independientemente de la prolificidad deseada.

BIBLIOGRAFÍA

Abecia JA, Foracada F, González-Bulnes A. 2012. Hormonal control of reproduction in small ruminants. Anim. Rep. Sci. 130 (3-4):173-179

Álvarez Lorenzo, Zarco Luis A., 2001. Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. Vet. Méx. 32 (2) 2001.

Disemina. (2012). Estadísticas del Sector Agroalimentario y Pesquero. No. 102. México, D.F.

Fatet A, Pellicer-Rubio MT, Leboeuf B. 2011. Reproductive cycle of goats. Anim. Rep. Sci. 124(3-4):211-219

Gómez Marroquín Joaquín. 2011. Comercialización de carne ovina en México. Taller Sistema Producto Ovino. OVIPLAN. México, D.F.

Montaldo Hugo Horacio, César Flores-Serrano, Yiming Sulaiman, Jorge Osorio-Avalos C, Antonio Ortiz-Hernández, Rosa Berta Angulo-Mejorada. 2011. Crecimiento y comportamiento reproductivo de ovinos Poll Dorset y Suffolk bajo condiciones intensivas. Rev. Mex. Cienc. Pec. Vol. 2:359-369

SIAP. 2011. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. En: www.siap.gob.mx

SPSS. 2002. Statistical Package for the Social Sciences. Version 11

Uribe-Velásquez Luis Fernando, María Inés Lenz Souza y Loaiza Echeverría Ana María. 2008. Efecto de la sincronización del estro con prostaglandina-f_2 α *vs* CIDR + 500 IU de eCG en ovejas Bergamacia durante el inicio de la fase luteal. Rev. Científica FCV-LUZ. Vol. XVIII, No. 4. 368-373

Yadi Jafar, Mehran Farhoudi Moghaddam, Saeed Khalajzadeh, Amir Ali Solati. 2011. Comparison of estrus synchronization by PGF2 , CIDR and Sponge with PMSG in Kalkuhi ewes on early anestrous season. Internacional Conference on Asia Agriculture and Animal. IPCBEE Vol. 13:61-65

COMPORTAMIENTO SEXUAL DE MACHOS CABRÍOS TRATADOS CON GLUTAMATO DURANTE LA ÉPOCA DE REPOSO SEXUAL

J.M. Guillén[1], **Z. Santos**[1], **G. Arellano-Rodríguez**[1], **G. Rodríguez-Martínez, F.G. Véliz-Deras**[1], **E. Carrillo**[2]

[1] Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Periférico Raúl López Sánchez y Carretera Santa Fe, Torreón Coahuila, México.[2] Instituto Tecnológico de Torreón, Torreón Coahuila, México.
evaristocarrillo@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

La especie caprina, muestra un patrón de reproducción estacional y utilizan el fotoperiodo para programar su actividad reproductiva, iniciándose cuando el periodo de luz circadiano disminuye, lo que ocurre en otoño e invierno (Chemineau *et al*., 1998). La estacionalidad reproductiva es la mayor limitante para la producción de cabras en latitudes >25º N (Véliz *et al*., 2006). El fotoperiodo es el factor más importante que regula la estimulación anual y actividad inhibitoria de las cabras. Con el objetivo de contrarrestar esta estacionalidad se han desarrollado diversos métodos, entre los que destacan los tratamientos fotoperiódicos, los hormonales, los socio-sexuales y los nutricionales (Meza-Herrera *et al.,* 2004). El glutamato es el principal neurotransmisor excitador del cerebro, el cual ejerce sus acciones a través de receptores ionotrópicos y metabotrópicos. (Brann *et al*., 1997). La administración central de glutamato facilita la conducta sexual, también se sugiere que el glutamato juega un rol tanto en conducta apetitiva y consumatoria. (Domínguez, 2009). El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto, de la administración de glutamato sobre la conducta sexual en machos caprinos de la Comarca Lagunera, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el norte de México (25°81’ LN y -103°24’ LO), del 10 de abril del 2015 al 22 de Abril 2015. Se utilizaron 10 machos cabríos adultos de fenotipo multirraciales (24-48 meses de edad). Estuvieron estabulados antes y durante el estudio, sometidos a las variaciones naturales del fotoperiodo.

Los machos cabríos (n=10) se separaron en 2 grupos homogéneos (n=5 c/u) en cuanto a peso, condición corporal, circunferencia escrotal y olor, y fueron determinados aleatoriamente a los tratamientos experimentales: 1) Machos tratados con glutamato estos recibieron una infusión de L-glutamato (7 mg kg-1 PV, i.v.) cada 3 días/4 semanas antes del estudio, 2) Machos tratados con solución salina estos recibieron 1 ml, cada 3 días/4 semanas antes del estudio (CON).

Se realizaron las pruebas de comportamiento sexual a los machos en ambos grupos esto se realizó mediante técnicos experimentados, la duración de esta prueba fue de 2 horas diarias durante 2 días, los días 11 y 12 del estudio, en las que los machos de ambos grupos fueron expuestos a hembras anovulatorias. Las conductas observadas fueron flehmen, olfateos ano genitales, aproximaciones intentos de montas y montas completas. Los datos de comportamiento sexual (Flehemen, aproximaciones, olfateos, intentos de monta y montas completas) fueron evaluados mediante X^2, utilizando el programa estadístico SYSTAT 12.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El comportamiento sexual de los machos se muestra en la Figura 1. En el grupo GLUT mostro un mayor número de conductas de flehmen que el grupo CON (71 vs 0, respectivamente; ($p<0.05$). En cuanto a olfateos ano-genitales el grupo GLUT mostro también un mayor número de conductas que el grupo CON (142 vs 60, respectivamente; ($p<0.05$). Para los intentos de montas GLUT y CON (1 vs 0) no hubo diferencias estadísticas ($p>0.05$).

Finalmente en cuanto a las demás conductas como aproximaciones e intentos de montas no mostraron conducta alguna por lo que no existió diferencia estadística entre los grupos GLUT y CON (0 vs 0, respectivamente; ($p>0.05$).

Figura 1. Comportamiento sexual de machos cabríos tratados con glutamato (GLUT) y machos tratados con solución salina (CON). Las pruebas se realizaron las primeras 2 horas de contacto de los machos con las hembras durante 2 días consecutivos y bajo condiciones de fotoperiodo natural. [a, b] = Valores con diferente literal difieren estadísticamente ($p<0.05$).

Los resultados del presente estudio sugieren que la aplicación de glutamato mejora los comportamientos de flehmen y olfateos anogenitales, esto probablemente debido a que el glutamato y sus receptores se localizan en núcleos hipotalámicos involucrados en la regulación de la reproducción y secreción pulsátil de las hormonas gonadotrópicas, y conducta reproductiva en mamíferos (Brann *et al.,* 1997). En efecto, la administración endovenosa de L-glutamato en machos caprinos bajo un régimen de días largos generó un efecto a nivel hipotalámico promoviendo la secreción de GnRH y afectó positivamente el perfil de secreción de LH por parte de los gonadotrofos en la pituitaria anterior, lo cual en turno, afectó positivamente la función de las células testiculares de Leydig, incrementando la síntesis y liberación de testosterona (González Sánchez *et al.*, 2010). Probablemente por esta razón se mejoraron las conductas sexuales de flehmen y olfateos ano-genitales de los machos tratados con glutamato. Más sin embargo, el glutamato no fue capaz de lograr estimular a los machos para que mostraran conductas consumatorias (intentos de montas y montas completas), esto probablemente debido a una falta de estímulo de estos machos.

CONCLUSIONES

La administración de glutamato (7 mg kg-1 PV, i.v.) cada 3 días/4 semanas en machos caprinos de raza mixta durante el mes de abril en el norte de México (26°N), mejora los conductas de búsqueda (olfateos ano-genitales y flehmen), más sin embargo no de aproximaciones, ni tampoco mejora las conductas consumatorias (intentos de montas y montas completas) ya que tuvieron resultados similares con respecto al grupo control, sin embargo es interesante realizar otros estudios relacionados a diferentes dosis.

BIBLIOGRAFÍA

Brann, W.D. and Mahesh, B.V. 1997. Excitatory Amino Acids: Evidence for a Role in the Control of Reproduction and Anterior Pituitary Hormone Secretion. Endocrine Reviews. 18 (5): 678-700.

Chemineau P, Martin GB, Saumande J, Normant E. 1998. Seasonal and hormonal control of pulsatile LH secretion in the dairy goat (Capra hircus). Journal of Reproduction and Fertility. (83): 91-98.

Domínguez, J.M. 2009. A Role for Preoptic Glutamate in the Regulation of Male Reproductive Behavior. The Neuroscientist. 15 (1): 11-19

Gonzalez-Sánchez, A.L., Véliz-Deras, F.G., De Santiago-Miramontes, M.A., Rivas-Muñoz, R., Carrillo, E., Calderón-Leyva, M.G., Buendía-Tamariz, M.N., Abad-Zavaleta, J., Meza-Herrera, C. A. 2010. Aminoácidos excitadores, fotoperiodos crecientes, y niveles séricos de testosterona en machos caprinos. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas. (9): 193-200

Meza-Herrera, C.A.; Sanchez, S.J.M.; Chavez-Perches, J.G.; Salinas, H.; Mellado, M. (2004) Protein supplementation, body condition and ovarian activity in goats. Preovulatory serum profile of insulin. *South African Journal of Animal Science*. 34 (1): 223-226.

Véliz, F.G., Poindron, P., Malpaux, B., Delgadillo, J.A. 2006. Maintaining contact with bucks does not induce refractoriness to the male effect in seasonally anestrous female goats. Anim. Reprod. Sci. (92): 300–309.

EFECTO DE INMUNOGLOBULINAS IgY ESPECÍFICAS SOBRE LA INCIDENCIA DE DIARREAS EN BECERRAS LECHERAS HOLSTEIN FRIESIAN

Pérez Silva Efraín Curiel [1*], González Avalos Ramiro [1]

[1]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna. Periférico y Carretera Santa Fe Torreón, Coahuila, México.* ecos_veto@hotmail.com.

INTRODUCCIÓN

Se define al calostro como la primera secreción producida por la glándula mamaria después del parto, especialmente rica en anticuerpos, los cuales proveen a los becerros protección inmunológica durante las primeras semanas de vida. El calostro contiene gran número de linfocitos, neutrófilos, macrófagos, factores de crecimiento y hormonas como la insulina y el cortisol. Estos factores juegan un papel importante en la estimulación del desarrollo del tracto gastrointestinal y otros sistemas en becerros recién nacidos, y además es la primera fuente de nutrientes después del nacimiento (Elizondo-Salazar, 2007).

Las inmunoglobulinas son una familia de proteínas globulares con bioactividades de protección antimicrobianos, éstas son producidas por las células plasmáticas como respuesta a un inmunógeno, con capacidad de reacción específica frente a esa molécula que indujo su síntesis. Las inmunoglobulinas representan las moléculas secretadas, solubles, características de la respuesta inmune de base humoral (Gómez-Lucía *et al.,* 2006).

La transferencia de inmunoglobulinas de la madre al becerro, denominado transferencia pasiva, es importante en la protección de los recién nacidos de las enfermedades infecciosas. El fallo de la transferencia pasiva (FTP) no es una enfermedad, sino una condición que predispone el recién nacido al desarrollo de las enfermedades (Weaver *et al.,* 2000).

Hay interés en el uso de prebióticos, probióticos, y proteína de huevo de gallinas ponedoras hiperinmunizadas para mejorar la salud entérica en becerros (Abe *et al.,* 1995; Ikemori *et al.,* 1997; Heinrichs *et al.,* 2003). La inmunización pasiva utilizando inmunoglobulina de yema de huevo de pollo (IgY) se ha convertido en un enfoque atractivo con mucha atención, ya que posee una variedad de ventajas sobre los mamíferos (IgG) tales como la comodidad, alto rendimiento y la rentabilidad. La administración oral de (IgY) de pollo específico se ha demostrado ser eficaz contra una variedad de patógenos intestinales especialmente patógenos diarreicos en diferentes clases de animales y seres humanos, tales como bovinos y los rotavirus humanos, coronavirus bovino, *Escherichia coli enterotoxigénica* (ETEC), *Salmonella spp*., *Edwardsiella tarda*, *Yersinia ruckeri*, *Staphylococcus* y *Pseudomonas* (Mine y Kovacs-Nolan, 2002; Chalghoumi *et al.,* 2009; Xu *et al.,* 2011). Aunque los efectos beneficiosos de la (IgY) de pollo en el control o prevención de las enfermedades diarreicas en animales se han conocido

durante más de dos décadas y reportado por muchos investigadores en todo el mundo, sigue siendo una tarea difícil el uso de (IgY) de pollo como una alternativa al tratamiento convencional contra diarreas en becerros (Diraviyam *et al.,* 2014).

Recientemente, la administración oral de inmunoglobulina de yema de huevo de pollo, referida como inmunoglobulina (IgY) ha atraído una gran atención como un medio para prevenir y controlar las enfermedad infecciosas de origen bacteriano y viral, ya que la administración oral de (IgY) posee un gran número de ventajas en comparación con el tratamiento con (IgG) de mamíferos, incluyendo rentabilidad, conveniencia y alto rendimiento (Carlander *et al.,* 2000; Xu *et al.,* 2011). Por lo antes expuesto el objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de la IgY de pollo en la prevención y control de la diarrea en becerras lecheras Holstein Friesian.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado del 21 de abril al 14 de julio del 2014, en un establo comercial, ubicado en el km 6.5 de la carretera Torreón-Mieleras del municipio de Torreón en el Estado de Coahuila; éste se encuentra localizado en la región semi-desértica del norte de México a una altura de 1120 msnm, entre los paralelos 25° 42’ y 24° 48’ de latitud norte y los meridianos 103° 31’ y 102° 58’ de longitud oeste (INEGI 2009).

Las becerras fueron separados de la madre, siendo asignados aleatoriamente a uno de los dos tratamientos: El tratamiento (T1, n=20) consistió en la alimentación con calostro materno (4 L) y al (T2, n=20) se suministró calostro materno (4 L) al nacimiento e inmediatamente después se suministró 50 mL de inmunoglobulinas aviares IgY, como único alimento entregado en la primera hora de vida.

Las enfermedades que fueron registradas para determinar la salud de las becerras fueron diarreas y neumonías. El registro fue realizo a partir del nacimiento hasta los 60 días de vida, la clasificación de las crías con diarrea se realizó mediante la observación de la consistencia de las heces, heces normales corresponde a crías sanas y becerras con heces semi-pastosas a líquidas se consideraran crías enfermas. En relación a la clasificación de los problemas respiratorios las crías con secreción nasal, lagrimeo, tos y elevación de la temperatura superior a 39.5 °C se consideraron cría enferma, si no presentó lo anterior se consideraron una cría sana.

Las variables a evaluar durante el estudio para el desarrollo de las crías fueron, morbilidad y mortalidad durante el experimento, además se evaluaron otros parámetros zootécnicos como son, peso y altura a la cadera, al nacimiento, al mes de vida, al destete y peso al destete. La lectura en un refractómetro (Vet 360, Reichert Inc. ®) del suero (g/dL de proteína sérica) se

empleó como variable de la transferencia de inmunidad pasiva hacia las becerras. El peso de las crías fue medido en una báscula portátil (Modelo RP-3-ECO Revuelta ®). Para medir la altura se utilizó un flexómetro (Modelo TFA 3012 ®).

Las variables fueron analizaron por medio del paquete estadístico MYSTAT mediante Prueba de Ji(x^2) cuadrada y análisis de varianza (ANOVA). Se empleó el valor de $P < 0.05$ para considerar diferencia estadística.

RESULTADOS Y DISCUSION

En los resultados obtenidos en el presente experimento (Cuadro 1), observamos una incidencia de enfermedades neumónicas y diarreas. Durante el estudio las primeras enfermedades que se presentaron fueron diarreas y neumonías. De acuerdo a la revisión de la literatura, se encontró un estudio que informa que el 22% de morbilidad de diarrea (Virtala *et al.,* 1996a; Walker *et al.,* 2012). Estudios comparables de becerros antes del destete en Estados Unidos reportaron morbilidad por diarrea de 23.9% (USDA, 2008). En Estados Unidos indicó que el 27.2% de becerros presenta diarreas en las primeras 8 semanas de vida (USDA, 1994). Otros han reportado el 15.2% de morbilidad de diarrea en becerros de hasta 16 semanas de edad (Sivula *et al.,* 1996) y el 35% de hasta 6 meses de edad (Donovan *et al.,* 1998b).

Cuadro 1 Efecto de la administración de IgY sobre la morbilidad y mortalidad de las becerras Holstein Frisian.

Variable	Cuatro L	Cuatro L IgY
Becerras enfermas de diarrea	80 % (16/20)[a]	70 % (14/20)[a]
Becerras enfermas de neumonía	10 % (2/20)[a]	15 % (3/20)[a]
Becerras muertas por diarrea	0.0[a]	0.0[a]
Becerras muertas de neumonía	10 % (2/20)[a]	15 % (3/20)[a]

Diferente literal indica diferencia estadística.

Otro estudios mencionan la morbilidad respiratoria de 4.0 a 20% (Virtala *et al.,* 1996b; Walker *et al.,* 2012). En 2006, antes del destete en becerros en Estados Unidos tenían un estimado de 12.4% de morbilidad respiratoria en becerros (USDA, 2008). En Estados Unidos encontró que los becerros tuvieron 8.9% de enfermedades respiratorias en los primeros 8 semana de vida

(USDA, 1994), mientras que otros estudios sugieren que entre el 7.6% (Sivula *et al.,* 1996) y el 21% presentan enfermedades respiratorias en becerros (Donovan *et al.,* 1998b).

En relación a la mortalidad en el presente estudio se observó una incidencia de 10 a 15 % en ambos grupos. De acuerdo a la revisión de la literatura, estudios suecos han reducido los riesgos de mortalidad en becerros de 0-90 días de edad; 2.6% y 3.1% reportado por Olsson *et al.* (1993), y Svensson *et al.* (2006), respectivamente. Mortalidades más altas se han reportado en Dinamarca (Rango: 4.2 a 13.8%) por Nielsen *et al.* (2002), y en los Estados Unidos (5.6% y 9.4%) por Virtala*et al.* (1996a) y Losinger y Heinrichs (1997), respectivamente. Otro estudio en Estados Unidos previo a informado de los riesgo de la mortalidad en los becerros antes del destete únicamente promedió 5.4%, ligeramente inferior al 7.8% estimado en Estados Unidos en 2006 (USDA, 2007).

CONCLUSIONES

En relación a los resultados obtenidos para el presente estudio se concluye que la administración de IgY al momento del nacimiento no tuvo efecto positivo sobre algunos parámetros zootécnicos y no influyo en la salud de las becerras.

BIBLIOGRAFÍA

Abe, F., N. Ishibashi, and S. Shimamura. 1995. Effect of administration of bifidobacteria and lactic acid bacteria to newborn calves and piglets. J. DairySci. 78(12):2838-2846.

Carlander, D., H. Kollberg, P. E. Wejaker, and A. Larsson. 2000. Peroral immunotherapy with yolk antibodies for the prevention and treatment of enteric infections. Immunol Res. 21(1):1–6.

Chalghoumi, R., Y. Beckers, D. Portetelle, and A. The´wis. 2009. Hen egg yolk antibodies (IgY), production and use for passive immunization against bacterial enteric infections in chicken. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 13(2):295–308.

Diraviyam, T., B. Zhao, Y. Wang, R. Schade, A. Michael, and X. Zhang. 2014. Effect of ChickenEggYolkAntibodies (IgY) againstDiarrhea in DomesticatedAnimals: A SystematicReview and Meta-Analysis. PlosOne. 9(5):e97716. doi:10.1371/journal.pone.0097716.

Donovan, G. A., I. R. Dohoo, D. M. Montgomery, and F. L. Bennett. 1998**b**. Associations between passive immunity and morbidity and mortality in dairy heifers in Florida, USA. Prev. Vet. Med. 34(1):31–46.

Elizondo-Salazar, J. A. 2007. Importancia del calostro en la crianza de terneras. ECAG informa. 39:53-55.

Gómez-Lucía, E., M. Del Mar Blanco, and A. Doménech. 2006. Manual de Inmunología Veterinaria. Pearson Educación S.A., Madrid, España.

Heinrichs, A. J., C. M. Jones, and B. S. Heinrichs. 2003. Effects of mannan oligosaccharide or antibiotics in neonatal diets on health and growth of dairy calves. J. Dairy Sci. 86(12):4064-4069.

Ikemori, Y., M. Ohta, K. Umeda, F. C. Icatlo Jr, M. Kuroki, H. Yokoyama, and Y. Kodama. 1997. Passive protection of neonatal calves against bovine coronavirus-induced diarrhea by administration of egg yolk or colostrum antibody powder. Vet. Microbiol. 58(2-4):105-111.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Torreón, Coahuila de Zaragoza. Clave geoestadística 05035.

Losinger, W. C., and J. A. Heinrichs.1997. Management practices associated with high mortality among preweaned dairy heifers. J. Dairy Res. 64(1):1–11.

Mine, Y., and J. Kovacs-Nolan. 2002. Chicken egg yolk antibodies as therapeutics in enteric infectious disease: a review. J Med Food. 5(3):159–169.

Nielsen, L. A. H., A. Glasius, A. Fogh, and F. Skjoeth. 2002. Dødelighed hos kalve af malkerace (Mortality in dairy calves). Report no. 102. Landbrugets Rådgivningcenter, Dansk Kvaeg, Aarhus, Denmark (in Danish).

Olsson, S. O., S. Viring, U. Emanuelsson, and S. O. Jacobsson. 1993. Calf diseases and mortality in Swedish dairy herds. Acta Vet. Scand. 34(3):263–269.

Sivula, N. J., T. R. Ames, W. E. Marsh, and R. E. Werdin. 1996. Descriptive epidemiology of morbidity and mortality in Minnesota dairy heifer calves. Prev. Vet. Med. 27(3-4):155–171.

Svensson, C., A. Linder, and S.O. Olsson. 2006. Mortality in Swedish dairy calves and replacement heifers. J. Dairy Sci. 89(12):4769–4777.

USDA. 1994. Dairy heifer morbidity, mortality, and health management focusing on preweaned heifers, April 1991-July 1992. USDA-APHIS-VS, CEAH, Fort Collins, CO. #N129.0294.

USDA. 2007. Dairy 2007, Part I: Reference of dairy cattle health and management practices in the United States, 2007. USDA-APHIS-VS, CEAH, Fort Collins, CO. #N480.1007.

USDA. 2008. Dairy 2007, Part III: Reference of dairy cattle health and management practices in the United States, 2007. USDA-APHIS-VS, CEAH, Fort Collins, CO. #N482.0908.

Virtala, A. M., G. D. Mechor, Y.T Gröhn, and H. N. Erb. 1996a. Morbidity from nonrespiratory diseases and mortality in dairy heifers during the first three months of life. J. Am. Vet. Med. Assoc. 208(12):2043–2046.

Walker, W. L., W. B. Epperson, T. E. Wittum, L. K. Lord, P. J. Rajala-Schultz, and J. Lakritz. 2012. Characteristics of dairy calf ranches: Morbidity, mortality, antibiotic use practices, and biosecurity and biocontainment practices. J. Dary Sci. 95(4):2204-2214.

Weaver, D. M., J. W. Tyler, D. G. VanMetre, D. E. Hostetler, and G. M. Barrington. 2000. Passive transfer of colostral immunoglobulins in calves. J. Vet. Intern. Med. 14(6):569-577.

Xu, Y., X. Li, L. Jin, Y. Zhen, Y. Lu, S. Li, J. You, and L. Wang. 2011. Application of chicken egg yolk immunoglobulins in the control of terrestrial and aquatic animal diseases: a review. Biotechnology advances. 29(6):860–868.

EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA SEXUAL DE MACHOS CABRÍOS CRIOLLOS JÓVENES SOMETIDOS A UN TRATAMIENTO CON TESTOSTERONA EXÓGENA Y A DIFERENTES NIVELES DE ALIMENTACIÓN

López-Jara AG[1]*, Machado-Ramos G[1], Benitez-Rivas JJ, Alvarado-Espinoza JF[1], Vélez-Monroy LI[2],Chávez-Solis AU[2], Véliz-Deras FG[1], Mellado-Bosque M[1] , De Santiago-Miramontes MA[1]

[1]Postgrado de Producción Agropecuaria UAAAN, Torreón, Coahuila, México. [2]Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias, Matamoros, Coahuila, México. angelesdesantiago867@gmail.com

INTRODUCCIÓN

En la Comarca Lagunera la mayoría de los animales que predominan son el resultado de una mezcla de razas lecheras a los que comúnmente se les denomina “criollos” cuyo patrón de reproducción es estacional de días cortos. La mayor actividad sexual de los machos ocurre de mayo a diciembre (verano–otoño) seguida de un periodo de reposo sexual que ocurre de enero a abril (invierno primavera; Delgadillo *et al*., 1999). Durante el reposo sexual disminuye la secreción de LH y testosterona, además, el peso testicular, el olor sexual y la producción de espermatozoides se encuentran reducidos (Delgadillo *et al*., 1999., 2001., Iwata *et al*., 2000). En machos de la raza Alpina establecidos en esta región se ha reportado que la calidad espermática, la libido y el número de montas disminuyen durante el reposo sexual y las copulaciones pueden desaparecer totalmente. (Carrillo *et al.,* 2010). Los factores mencionados son de suma importancia debido a que es condición que los machos muestren una intensa actividad sexual para inducir al estro y la ovulación a las hembras en la época de anestro. Sin embargo, la nutrición es un potente modulador de la reproducción (Zarazaga *et al*., 2009) ya que influye entre otros factores en el inicio y el final del ciclo anual de reproducción tanto en hembras como en machos (Martin *et al*.,1995, De Santiago Miramontes *et al.,* 2009). En la región de la Comarca Lagunera el sistema de producción que predomina es el de pastoreo extensivo, y debido a ello la alimentación ofrecida a los animales resulta deficiente por las características climáticas prevalecientes (árido y seco) escaseando la vegetación nativa de manera crítica de noviembre a marzo (Sáenz-Escárcega *et al.,* 1991). Esta subalimentación disminuye considerablemente la actividad sexual de los caprinos (Mellado y Hernández, 1996).

En la actualidad existen estrategias para manipular la actividad sexual de los machos con el objetivo de conseguir gestaciones a contra-estación y mejores precios en los productos de la industria caprina (leche y cabrito). Una de ellas son los tratamientos fotoperiodicos que consiste en mantener alojados en corrales a los machos caprinos por 2.5 meses controlando la cantidad

de horas luz/oscuridad para incrementar el tiempo de secreción de melatonina y poder inducir al animal a la actividad sexual (Delgadillo *et al*., 2002). Sin embargo esta práctica no ha sido adoptada por la mayoría de los caprinocultores debido a obstáculos económicos y de falta de servicio eléctrico. Existe otra estrategia de manejo más sencilla, efectiva y económica reportada recientemente (Luna-Orozco *et al*., 2012, Angel *et al.,* 2014). Consiste en la aplicación de testosterona exógena durante un periodo corto de tiempo. El objetivo del presente estudio consistió en evaluar el efecto de un tratamiento con testosterona exógena y el nivel de alimentación sobre las conductas sexuales de búsqueda y de consumación de machos cabríos de primer empadre.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en las instalaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) región Norte-Centro C.E. La Laguna, Matamoros, Coahuila, México (25° 31' 41'' latitud Norte y 103° 13' 42'' longitud Oeste). A partir del 31 de Diciembre 16 machos cabríos multirraciales jóvenes de 1 año de edad (n=4/grupo) similares en peso (33.3 kg ± 1.4 kg) y condición corporal (1.67 ± 0.07) fueron asignados a los siguientes grupos experimentales: El grupo DCT (Dieta Completa + Testosterona) recibió una alimentación picada y mezclada, que cubría sus necesidades fisiológicas (NRC ;Elizondo., 2002), 0.3 kg de alfalfa de tercera, 0.2 kg de rastrojo de maíz ,0.3 kg de zacate Rye grass, 0.08 kg de melaza y 0.3 kg de Concentrado comercial al 18% de P. C. por animal por día, más la aplicación intramuscular (IM) de 25 mg de testosterona; el grupo DCC (dieta Normal sin testosterona; Control) recibió una dieta igual más la aplicación IM de 1 ml de solución salina fisiológica (NaCl); el grupo DBT(dieta Baja + testosterona; Control) recibió una alimentación basada en 0.15 kg de alfalfa de tercera, 0.2 kg de rastrojo de maíz, 0.15 kg de zacate Rye grass y 0.12 kg de melaza por animal por día mas la aplicación IM de 25 mg testosterona ; el grupo DBC (dieta Baja sin testosterona; Control) recibió una dieta igual mas la aplicación IM de 1 ml de NaCl. El tratamiento con testosterona (Testosterone 50, Lab. Brovel, DF, México) se realizó cada tercer día a partir del 23 de Febrero (durante las tres semanas previas a las pruebas de comportamiento).

Variables evaluadas: Semanalmente se registró el peso corporal con ayuda de una báscula digital, la condición corporal la midió siempre el mismo técnico por palpación del grosor de tejido muscular y graso en la región lumbar del animal, (rango: 1-4; 1=emaciado, 4=obeso). La intensidad del olor sexual fue determinada con la técnica (Walkden-Brown *et al.,* 1994) que consiste en oler la parte posterior de la base de los cuernos a una distancia de 15 cm (rango 0-

3; donde 0 = olor neutro o a hembra o macho castrado, 1=olor ligero, 2 = olor moderado y 3 =olor intenso. El día 17 y 18 de marzo se realizaron las pruebas de comportamiento sexual; en una corraleta individual aislada, cada macho se expuso a una hembra inducida al estro (200 Mg de cipionato de estradiol; ECP, Lab. Pharmacia & Upjohn, México) por un periodo de 20 min, registrando las conductas sexuales de búsqueda (olfateos ano-genitales, aproximaciones, vocalizaciones y flehmen) y de consumación (intentos de montas, montas con eyaculación).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los machos tratados con testosterona exógena y una dieta completa (DCT) manifestaron un mayor porcentaje de comportamientos de búsqueda (fig 1.) en comparación con los demás grupos ($P<0.05$) siguiendo el grupo de machos tratados con testosterona exógena y una dieta baja, (DCT=58.6%, DBT=15.7%, DCC=14.6%, DBC=14.6%). Asimismo, el grupo de machos con dieta completa y tratados con testosterona registró un mayor porcentaje de de conductas sexuales de consumación (Fig 1; $P<0.05$), seguido por el grupo con alimentación completa no tratado con testosterona (DCT=58.24%, DBT= 4.40%, DCC=20.88%, DBC=11.2%).

Nuestros resultados concuerdan con los obtenidos en estudios anteriores (Luna Orozco et al., 2012 y Ángel *et al.,* 2014) donde la aplicación de testosterona exógena induce a machos caprinos sexualmente inactivos a un comportamiento sexual intenso. Asimismo, coinciden con los referidos por Walkden- Brown y colaboradores en 1994 pues el nivel de alimentación en esta latitud y en la casta racial estudiada funge como modulador de la intensidad de conductas sexuales de los machos cabríos. En el presente estudio, semejante a lo reportado por Iwata y colaboradores en 2000 los niveles de olor de todos los grupos no mostraron diferencias significativas ($P>0.05$) probablemente debido a que los machos del presente estudio aun son muy jóvenes y sus glándulas sebáceas no están desarrolladas. En análisis de varianza no mostró diferencia significativa en el peso corporal entre grupos, y tampoco existió interacción grupo por tiempo (Fig 2; $P>0.05$). Sin embargo en el caso de la condición corporal existió un efecto del grupo (Fig. 3; $P< 0.05$) y también un efecto de tiempo ($P<0.05$) en los grupos con alimentación completa con respecto a los alimentados con una dieta baja (DCT y DCC vs DBT y DBC).

CONCLUSIONES

Estos resultados nos permiten concluir que un mayor nivel de alimentación y un tratamiento con testosterona exógena estimula las conductas sexuales de búsqueda y consumación de los

machos cabríos multirraciales jóvenes lo cual es indispensable para estimular el estro y la ovulación de las hembras a contra-estación.

BIBLIOGRAFIA

Ángel, G.O., Meza-Herrera, C.A., Guillen-Muñoz, J.M., Carrillo-Castellanos, E., Luna-Orozco, J.R., Mellado, M., Véliz-Deras, F.G. 2014. Seminal characteristics, libido and serum testosterone concentrations in mixed-breed goat bucks receiving testosterone during the non-breeding period. Journal of Applied Animal Research, DOI: 10.1080/09712119.2014.980420.

Carrillo, E., Meza-Herrera, C.A., Véliz, F.G. 2010. Estacionalidad reproductiva de los machos cabríos de la raza Alpino-Francés adaptados al subtrópico Mexicano. Rev. Mex. Cienc. Pec. 2,169-178.

De Santiago-Miramontes, M.A., Malpaux, B., Delgadillo, J.A. 2009. Body condition is associated with a shorter breeding season and reduced ovulation rate in subtropical goats". An. Reprod. Sci. 114, 175–182.

Delgadillo, J.A., Carrillo, E., Morán, J., Duarte, G., Chemineau, P., Malpaux, B. 2001. Induction of sexual activity of male creole goats in subtropical northern Mexico using long days and melatonin. 79 (9): 2245-52.

Delgadillo, J.A., Canedo, G.A., Chemineau, P., Guillaume, D., Malpaux, B. 1999. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male Creole goats in subtropical northern Mexico. Theriogenology 52, 727–737

Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Hernández, H.H., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Chemineau, P., Malpaux, B. 2002. Induction of sexual activity in lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. J. Anim. Sci, 80, 2780-2786.

Elizondo, J. 2002. Estimación lineal de los requerimentos nutricionales del RNC para cabras. Red de revistas científicas de America latina y el Caribe , España y Portugal. 13 (2):159-163.

Iwata, E., Wakabayashi, Y., Kakuma, Y., Kikusui, T., Takeuchi, Y., Mori, Y. 2000.Testosterone-dependent primer pheromone production in the sebaceous gland of male goat. Biology of Reproduction 62, 806–810.

Luna-Orozco, JR., Guillen-Muñoz, JM., De Santiago-Miramontes, M.A., García, JE., Rodríguez-Martínez, R., Meza-Herrera, CA., Mellado, M., Véliz, FG. 2012. Influence of sexually inactive bucks subjected to long photoperiod or testosterone on the induction of estrus in anovulatory goats. Trop Anim Health Prod 44, 71–75.

Martin, G.B. and Walkden-Brown, S.W. 1995. Nutritional influences on reproduction immature male sheep and goats. J. Reprod. Fertil. Suppl. 49, 437–449.

Mellado, M., Hernández, J.R. 1996. Ability of androgenized goat wethers and does to induce estrus in goats under extensive conditions during anestrus and breeding seasons. Small Rumin. Res. 23, 37–42.

Sáenz-Escárcega, P., Hoyos, F.G., Salinas, G.H., Espinoza, A.J., Guerrero, B.A., Contreras, G,E. 1991. Establecimiento de módulos caprinos con productores cooperantes. En Evaluación de Módulos Caprinos en la Comarca Lagunera (ed S. Flores), pp. 24-34. Matamoros, Coahuila, México.

Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J., Norton, B.W., Scaramuzzi, R.J. 1994. The "female effect" in Australian cashmere goats: effect of season and quality of diet on the LH and testosterone response of bucks to estrous does. J. Reprod. Fertil. 100, 521–531.

Zarazaga, L.A., Guzmán J.L., Domínguez C., Pérez M.C., Prieto R. 2009. Effects of season and feeding level on reproductive activity and semen quality in Payoya buck goats. Theriogenology 71; 1316–1325.

BALANCE DE NITRÓGENO EN CABRAS SUPLEMENTADAS CON SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES

J. Santos Serrato Corona, Victoria Castruita Miranda, Edmundo Castellanos Pérez, Donaciano García Sánchez

Facultad de Agricultura y Zootecnia – Universidad Juárez del Estado de Durango
Carretera Gómez Palacio – Tlahualilo, Dgo km 32. Ej. Venecia, Dgo. Mex.
sserratoc@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

La población de ganado caprino en la Comarca Lagunera se estima en 366, 508 cabezas de ganado (SAGARPA, 2011). Una de las principales limitantes del sistema caprino regional es la baja disponibilidad de forraje por lo que los productores se ven obligados a utilizar prácticamente cualquier fuente de nutrientes para su ganado, aprovechando los residuos de los principales cultivos de la región. Sin embargo, la calidad de los esquilmos agrícolas es muy limitada, su contenido de proteína es regularmente inferior a 6% (Males, 1987), su concentración de fibra neutro y ácido detergente son superiores a 60 y 40% respectivamente, el contenido de carbohidratos soluble es limitado y su digestibilidad raramente supera el 50% (Klopfenstein, 1978). Existe una gran cantidad de subproductos agroindustriales, factibles de utilizar en la alimentación animal (Minor, 2012). Herrera (1984) encontró una mayor tasa de crecimiento y eficiencia alimenticia al utilizar pollinaza en dietas a base de melaza, por lo que se realizó un experimento para evaluar el uso de subproductos agroindustriales en la suplementación de cabras alimentadas con forrajes de mala calidad. Por lo que se realizó un estudio para evaluar el efecto de la suplementación con pollinaza-melaza más acemite de trigo o grano seco de destilería de maíz sobre la concentración de nitrógeno amoniacal y ureico en cabras en crecimiento alimentadas a base de soca de sorgo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación se realizó en la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango Geográficamente se localiza en el paralelo 25° 46' 56” longitud norte y en el meridiano 103° 21' 02” longitud oeste, con una altitud de 1110 msnm. La investigación inicio el día 24 de enero del 2014 tuvo una duración de 60 días. Se utilizaron 15 cabras criollas en crecimiento con un peso promedio de 19.4± 0.46 kg las cuales permanecieron en confinamiento a lo largo de la investigación, en corraletas individuales de 2 m de largo x 1.0m de ancho x 1.30 de altura, provistas de comederos de 70 cm y bebederos con capacidad de 12 L. Previo a la aplicación de los tratamientos las cabras fueron desparasitadas con VERMIFIN A, D y E a una dosis de 1.0 ml por cada 16 kg de peso por vía intramuscular.

Las cabras se asignaron aleatoriamente a uno de tres tratamientos en un diseño completamente al azar con tres tratamientos y cinco repeticiones. A los tres grupos de cabras se le ofreció soca de sorgo como dieta base a un nivel de 2.2% de materia seca en base a su peso vivo. La soca de sorgo se ofreció diariamente a las 08:00 h, para determinar el consumo de soca de sorgo por las cabras, ésta se ofreció un 10% sobre el consumo del día anterior, pesando el alimento ofrecido y rechazado. Además, se ofrecieron 200 g de una mezcla de 40% pollinaza, 30% de melaza y 30% de acemite de trigo para las cabras del tratamiento PMA, 200 g de una mezcla de 40% pollinaza, 30% de melaza y 30% de grano seco de destilería para las cabras del tratamiento MPGD, y no suplemento para las cabras del grupo control. Al mismo tiempo se ofreció agua limpia todos los días. La preparación de los suplementos consistió en cribar, mezclar homogéneamente los ingredientes, fermentar anaeróbicamente durante 20 días a temperatura ambiente. La soca de sorgo se cortó, deshidrató y molió en un molino de martillos con una malla de 4 cm de diámetro.

El último día del experimento se realizó un muestreo de sangre en cada cabra mediante punción de la vena yugular utilizando tubos de vacío de 7 ml, la primera muestra se tomó antes de ofrecer el suplemento, las restantes muestras se obtuvieron a intervalos de 1 hora y media por seis horas (1.5 h, 3.0 h, 4.5 h y 6.0 h) después de haber consumido el suplemento. Las muestras se centrifugaron dentro de la primera hora post-colección a una velocidad de 3500 x g por 20 min a temperatura ambiente, se recolectó el suero y se almacenó en tubos para micro centrifuga de 2 ml de capacidad y se almacenaron a una temperatura de -20°c para posteriormente realizar la determinación de concentración de nitrógeno ureico por espectrofotometría.

En tres cabras por tratamiento se extrajeron 10 ml de líquido ruminal por medio de una sonda esofágica para determinar la concentración de nitrógeno amoniacal. Las cabras se colocaron sobre una tarima de 1 m de altura para extraer el líquido ruminal por gravedad, las muestras se obtuvieron con tiempos de intervalo de 1 hora y media por seis horas. Las primeras muestras se tomaron antes de ofrecer el suplemento (h 0) y después de consumir el suplemento las muestras se tomaron a las 1.5 h, 3.0 h, y 4.5 h). Las muestras fueron sometidas a un proceso de filtrado manual utilizando una gasa con cuatro dobleces para evitar el paso partículas de alimento, el líquido se colocó en tubos cónicos de 15 ml, se acidifico con .2 ml de ácido clorhídrico al 50%,. Las muestras se almacenaron en congelación a -20 °C hasta para su posterior análisis. Las variables concentración de nitrógeno amoniacal en liquido ruminal, y de nitrógeno ureico en sangre se analizaron mediante un análisis de medidas repetidas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La concentración de nitrógeno amoniacal promedio en líquido ruminal tendió a incrementarse debido a la suplementación ($P < 0.12$) como se observa en la Figura 1. Las cabras que fueron suplementadas con MPGA mostraron una mayor concentración de amoniaco (9.3 mg dL^{-1}) que las de los grupos CON (4.8 mg dL^{-1}) y PMA (7.6 mg dL^{-1}). Entre los tratamientos suplementados, las cabras que consumieron la mezcla de MPGD presentaron un mayor aprovechamiento de la materia seca, materia orgánica y fibras, esto posiblemente debido a un mejor aporte de nitrógeno y una fuente de energía soluble para la proliferación y mantenimiento de los microorganismos del rumen.

En cabras se han encontrado concentraciones de amoniaco similares (6.52 mg dL^{-1}) a las de este estudio cuando se suplemento con harina de soya (Moore *et al.,* 1996). Richards *et al.* (2006) concluyen que novillos suplementados con harina de soya alcanzaron la mayor concentración de amoniaco durante las tres y cuatro horas después de haber ofrecido el suplemento, relacionando esta concentración con el contenido de proteína del suplemento consumido (Miller, 1973; Satter y Slyter, 1974; Soto-Navarro *et al.,* 2004). Nocek y Russell (1988) menciona que la tasa de digestión de PC ruminal es aproximadamente 1.5 veces más rápida para acemite de trigo que para harina de soya. Rearte (1992), menciona que el mejor ambiente ruminal es cuando la concentración de amoniaco (NH_3) es de 5 – 8 mg/dL^{-1}

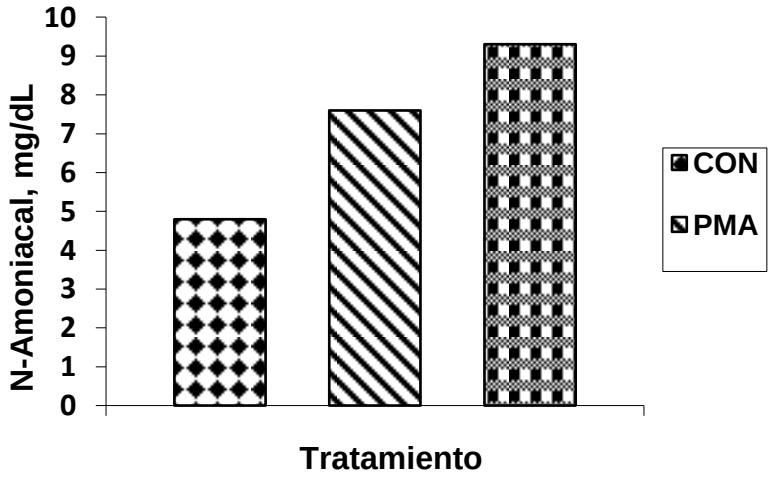


Figura 1. Concentración de nitrógeno amoniacal total en líquido ruminal en cabras en crecimiento alimentadas con soca de sorgo y suplementadas con melaza-pollinaza más acemite de trigo o grano de destilería ($P = 0.12$; EE = 1.5).

En cuanto a la concentración de $N\text{-}NH_3$ a través del tiempo se observó una mayor concentración ($P = 0.0001$) en las cabras suplementadas. En la Figura 2 se puede observar que la mayor concentración se encontró entre 1.5 y 3 horas después de haber consumido el

suplemento con concentraciones de 13.8 y 9.9; 10.1 y 9.0; 5.8 y 3.5 mg/dL, para las cabras que recibieron MPGD y PMA, respectivamente. A las cuatro horas y media después de la suplementación se encontraron concentraciones similares a las recomendadas como mínimas necesarias para un adecuado crecimiento microbiano (5 mg/dl) en las cabras del grupo control. En cabras se han encontrado concentraciones de amoniaco similares (6.52 mg/dL) a las de este estudio cuando se suplemento con harina de soya (Moore *et al.,* 2002). Richards *et al.,* (2006) concluyen que novillos suplementados con harina de soya alcanzaron la mayor concentración de amoniaco durante las tres a cuatro horas después de haber ofrecido el suplemento.

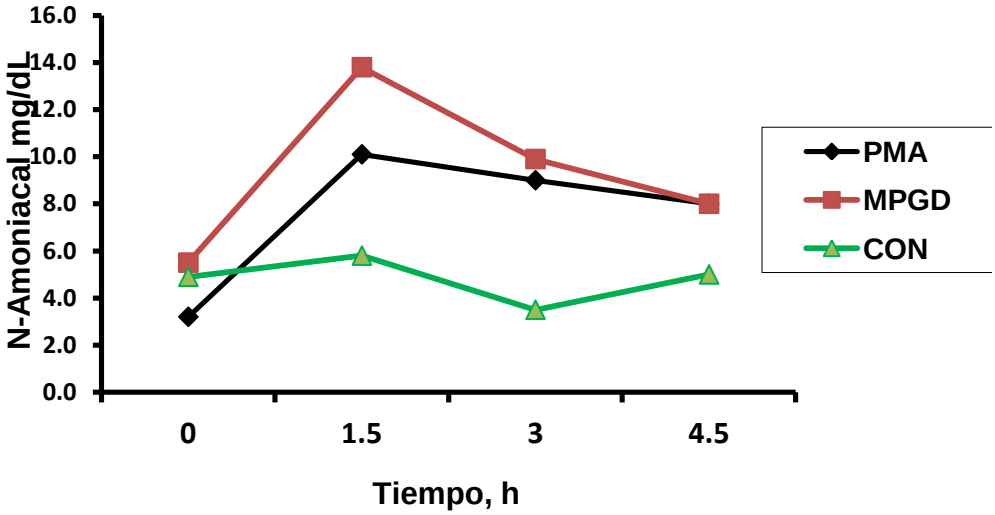


Figura 2. Concentración de nitrógeno amoniacal en líquido ruminal a través del tiempo en cabras en crecimiento alimentadas con soca de sorgo y suplementadas con melaza-pollinaza más acemite de trigo (MPA) o melaza-pollinaza más grano de destilería (PMGD) y CON = Sin suplemento

La concentración promedio de nitrógeno ureico en la sangre fue similar (P = 0.26), entre tratamientos. Las concentraciones de nitrógeno ureico en sangre están dentro de los rangos fisiológicos reportados por Dukes (1995) de 13 a 28 mg/dl y Morros (1967) quien reporta un rango de 7 a 27 mg/dl en caprinos. Por su parte Serrato y Avitia (2005) quienes encontraron valores promedio de urea en sangre de 17.6 mg/dl, cuando ofrecieron una dieta basal de rastrojo de maíz amonificado y un suplemento a base de harina de soya, gluten de maíz y acemite de trigo sin encontrar diferencia entre los tratamientos.

CONCLUSIONES

La suplementación con melaza-pollinaza fermentada con acemite de trigo o grano seco de destilería no influenció la concentración de urea en la sangre entre tratamientos. En cuanto al nitrógeno amoniacal en el líquido ruminal hubo una diferencia significativa entre las cabras suplementadas y las que no se suplementaron. La suplementación con melaza-pollinaza más acemite de trigo o grano seco de destilería mejora la disponibilidad de nitrógeno para la fermentación ruminal.

BIBLIOGRAFÍA

Dukes, H.H. 1995. The Phsyology of domestic animals. 7th edition. Comstock publishing Associates. ITHACA, New York. P. 49.

Herrera, F. 1984 Evaluación de diferentes niveles de Leucaena leucocephala en dietas basadas en melaza/urea, con y sin gallinaza, en la engorda de novillos In: Alternativas y valor nutritivo de algunos recursos alimenticios destinados a producción animal. Informe provisional No. 16 International Foundations for Science: Stockholm pp 199–204

.Klopfenstein, T.J.1978. Chemical treatment of crop residues.. J. Anim. Sci. 46(3):841-861.

Males, J.R. 1987. Optimizing the utilization of cereal crop residues for beef cattle J.Anim. Sci. 65:1124-1130.

Miller, E. L. 1973. Evaluation of foods as source of nitrogen and amino acids. Proc. Nutr. Soc. 32:79-84

Minor. H. T. I. 2012. Digestibilidad aparente de dos esquilmos agrícolas e indicadores del uso de nitrógeno en cabras en crecimiento suplementadas con pollinaza-melaza. Tesis de Licenciatura. Facultad de Agricultura y Zootecnia Universidad Juárez del Estado de Durango. Ej. Venecia, Dgo. 47 P.

Morros, S.J. 1967. Elementos de Fisiología. 9a edición. Editorial Científico-Medica. Madrid, España. P. 385.

Moore, J.E., M.H. Poore, and J.M. Luginbuhl. 2002. By- product feeds for meat goats: effects on digestibility, ruminal environment, and carcass characteristics. J. Anim. Sci. 80:1752-1758.

Nocek, J. E. and J. B. Russell. 1988. Protein and energy as an integrated system relationshipof ruminal of protein and carbohydrate availability to microbial synteshis and milk production. J. Dairy Sci. 71:2070.

Rearte, D. 1992. Alimentación y calidad de leche. Revista Nuestro Holando. Abril de 1992. 34-45.

Richards, C. J., R. B. Pugh, and J. C. Waller. 2006. Influence of soybean hull supplementation on rumen fermentation and digestibility in steers consuming freshly clipped endophyte-infected tall fescue. J. Anim. Sci. 84:678:685.

SAGARPA. 2011. Resumen 2011. Comarca Lagunera 2011. El siglo de torreón. Edición especial (suplemento). Enero 1 2012. P 26.

Satter, L. D. and L. L. Slyter. 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. Br. J. Nutr. 32:199-208.

Serrato-Corona, J. S., y S. C. Avitia. 2005. Efecto de la suplementación con proteína sobre la retención de nitrógeno ureico en sangre en cabras en crecimiento alimentadas con rastrojo de maíz amonificado. FAZ-UJED. Venecia, Dgo. AGROFAZ. Nº 4. 5:837-841.

Soto-Navarro, S. A., M. H. Knight, G. P. Lardy, M. L. Bauer, and J. S. Caton. 2004. Effect of fiber-based creep feed on intake, digestion, ruminal fermentation, and microbial efficiency in nursing calves. J. Anim. Sci. 82:3560:3566.

DIGESTIBILIDAD APARENTE DE SOCA DE SORGO EN CABRAS SUPLEMENTADAS CON SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES

J. Santos Serrato Corona, Victoria Castruita Miranda, Edmundo Castellanos Pérez, Donaciano García Sánchez

Facultad de Agricultura y Zootecnia – Universidad Juárez del Estado de Durango
Carretera Gómez Palacio – Tlahualilo, Dgo km 32. Ej. Venecia, Dgo. Mex.
sserratoc@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

La población de ganado caprino en la Comarca Lagunera se estima en 366, 508 cabezas de ganado (SAGARPA, 2011). Una de las principales limitantes del sistema caprino regional es la baja disponibilidad de forraje por lo que los productores se ven obligados a utilizar prácticamente cualquier fuente de nutrientes para su ganado, aprovechando los residuos de los principales cultivos de la región. Sin embargo, la calidad de los esquilmos agrícolas es muy limitada, su contenido de proteína es regularmente inferior a 6% (Males, 1987), su concentración de fibra neutro y ácido detergente son superiores a 60 y 40% respectivamente, el contenido de carbohidratos soluble es limitado y su digestibilidad raramente supera el 50% (Klopfenstein, 1978). Existe una gran cantidad de subproductos agroindustriales, factibles de utilizar en la alimentación animal (Minor, 2012). Herrera (1984) encontró una mayor tasa de crecimiento y eficiencia alimenticia al utilizar pollinaza en dietas a base de melaza, por lo que se realizó un experimento para evaluar el uso de subproductos agroindustriales en la suplementación de cabras alimentadas con forrajes de mala calidad. Por lo que se realizó un estudio para evaluar el efecto de la suplementación con pollinaza- melaza más acemite de trigo o grano seco de destilería de maíz sobre la digestibilidad aparente de soca de sorgo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación se realizó en la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango Geográficamente se localiza en el paralelo 25° 46' 56” longitud norte y en el meridiano 103° 21' 02” longitud oeste, con una altitud de 1110 msnm. La investigación inicio el día 24 de enero del 2014 tuvo una duración de 60 días. Se utilizaron 15 cabras criollas en crecimiento con un peso promedio de 19.4± 0.46 kg las cuales permanecieron en confinamiento a lo largo de la investigación, en corraletas individuales de 2 m de largo x 1.0m de ancho x 1.30 de altura, provistas de comederos de 70 cm y bebederos con capacidad de 12 L. Previo a la aplicación de los tratamientos las cabras fueron desparasitadas con VERMIFIN A, D y E a una dosis de 1.0 ml por cada 16 kg de peso por vía intramuscular.

Las cabras se asignaron aleatoriamente a uno de tres tratamientos en un diseño completamente al azar con tres tratamientos y cinco repeticiones. A los tres grupos de cabras se le ofreció soca de sorgo como dieta base a un nivel de 2.2% de materia seca en base a su peso vivo. La soca de sorgo se ofreció diariamente a las 08:00 h, para determinar el consumo de soca de sorgo por las cabras, ésta se ofreció un 10% sobre el consumo del día anterior, pesando el alimento ofrecido y rechazado. Además, se ofrecieron 200 g de una mezcla de 40% pollinaza, 30% de melaza y 30% de acemite de trigo para las cabras del tratamiento PMA, 200 g de una mezcla de 40% pollinaza, 30% de melaza y 30% de grano seco de destilería para las cabras del tratamiento MPGD, y no suplemento para las cabras del grupo control. Al mismo tiempo se ofreció agua limpia todos los días. La preparación de los suplementos consistió en cribar, mezclar homogéneamente los ingredientes, fermentar anaeróbicamente durante 20 días a temperatura ambiente. La soca de sorgo se cortó, deshidrató y molió en un molino de martillos con una malla de 4 cm de diámetro.

Para determinar el cambio de peso corporal se pesaron las cabras dos días consecutivos aproximadamente a la misma hora (07:00 h) al inicio y al final del periodo experimental. En los últimos 5 días del periodo experimental se determinó la digestibilidad de nutrientes de la soca de sorgo mediante la técnica de recolección total de heces y orina utilizando bolsas recolectoras con arneses. Las bolsas recolectoras se recubrieron internamente con bolsas de plástico para evitar la pérdida de la orina por filtración. Los muestreos se realizaron cada doce horas, a las 07:00 h y a las 17:00 h, se registró la producción total de heces y se tomó una sub-muestra del 15% del peso total, dichas sub-muestras se almacenaron en congelación a una temperatura de -20 °C. Para los análisis de materia seca, cenizas, fibra neutro detergente, fibra ácido detergente y proteína se elaboraron muestras compuestas por cabra. Las variables de consumo de alimento, cambio en el peso vivo, y la digestibilidad de nutrientes de la soca de sorgo se analizaron mediante un análisis de varianza de acuerdo con el diseño completamente al azar

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cambio de peso vivo fue similar (P = 0.92) en las cabras suplementadas y aquellas no suplementadas, numéricamente las cabras no suplementadas mostraron los menores incrementos de peso y aquellas suplementadas con PMA registraron el mayor incremento de peso, como se aprecia en la Figura 1.

En el Cuadro 1 se puede observar que la retención de materia seca se incrementó en las cabras que recibieron los diferentes suplementos (P = 0.01) comparadas con las cabras del grupo control. Sin embargo, no se observó diferencia entre las cabras que recibieron

suplementación. Las cabras que recibieron suplemento retuvieron mayor cantidad de proteína que las del grupo control (P < 0.001). La retención de nitrógeno fue mayor en las cabras suplementadas con MPGD (P = 0.001) que en aquellas que recibieron PMA.

Cuadro 1. Consumo de materia seca y retención de nutrientes en cabras suplementadas con pollinaza-melaza más acemite de trigo o grano seco de destilería y alimentadas con soca de sorgo.

	Tratamiento[1]				
Concepto	CONTROL	PMA	MPGD	P	EE[2]
Consumo, g/d					
MS	439.7[b]	684.8[a]	678.0[a]	0.001	28.1
FND	269.3[b]	349.1[a]	365.6[a]	0.001	17.2
FAD	189.9[c]	234.2[e]	247.1[d]	0.01	12.1
PC	21.98[b]	51.8[a]	55.1[a]	0.001	1.4
Excreción, g/d					
MS	101.2[a]	89.1[b]	75.0[c]	0.01	5.0
FND	63.2[a]	51.9[b]	44.6[c]	0.01	2.9
FAD	49.4[a]	38.7[b]	34.7[b]	0.03	3.1
PC	3.7	3.0	3.1	0.62	0.52
Retención, g/d					
MS	338.5[b]	595.7[a]	603.0[a]	0.001	33.1
FND	206.1[c]	297.5[b]	321.0[a]	0.001	19.8
FAD	140.5[c]	195.5[b]	212.4[a]	0.01	13.2
PC	18.2[c]	48.8[b]	52.0[a]	0.001	1.6

[1]CONTROL = soca de sorgo; PMA = soca de sorgo más 200 g de suplemento (30% melaza, 40% pollinaza y 30% acemite de trigo; MPGD = soca de sorgo más 200 g de suplemento (30% melaza, 40% pollinaza y 30% pollinza.
[2]Error Estándar
[abc]Hileras con diferentes literales son diferentes al nivel de probabilidad indicada.

Probablemente debido al mayor contenido de proteína en este último suplemento. Las cabras suplementadas recibieron aproximadamente 3 veces más nitrógeno que aquellas en el grupo control, sin embargo la excreción de nitrógeno fue similar entre las cabras suplementadas y aquellas del grupo control, lo que resultó en una mayor retención de nitrógeno. Las cabras que se suplementaron mostraron una mayor retención de FND que las del grupo control (P = 0.001). En cuanto a la retención de FAD se apreció diferencia entre tratamientos (P = 0.01) observándose una mayor retención en las cabras que recibieron suplementación comparadas con aquellas del grupo control. Los incrementos en la retención de nutrientes en las cabras suplementadas coinciden con los resultados de investigadores que reportan una mayor

retención de nutrientes debido al efecto de mayor disponibilidad de nutrientes para los microbios del rumen.

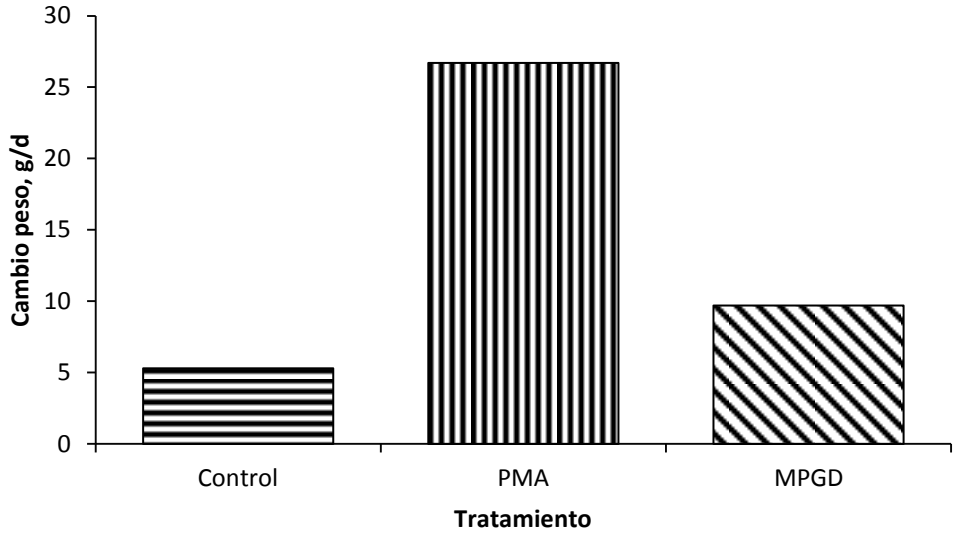


Figura 1. Cambio de peso de cabras alimentadas con soca de sorgo y suplementadas con subproductos agroindustriales (P = 0.92; EE = 41.7).

CONCLUSIONES

La suplementación con melaza-pollinaza fermentada con acemite de trigo o grano seco de destilería estimuló el consumo de soca de sorgo. La suplementación estimuló la retención de los componentes fibrosos y proteína de la soca de sorgo. La suplementación con melaza-pollinaza más acemite de trigo o grano seco de destilería entera puede proporcionar los nutrientes para mantenimiento y propiciar moderados incrementos de peso en cabras alimentadas con soca de sorgo.

BIBLIOGRAFÍA

Herrera, F. 1984 Evaluación de diferentes niveles de Leucaena leucocephala en dietas basadas en melaza/urea, con y sin gallinaza, en la engorda de novillos In: Alternativas y valor nutritivo de algunos recursos alimenticios destinados a producción animal. Informe provisional No. 16 International Foundations for Science: Stockholm pp 199–204.

Klopfenstein, T.J.1978. Chemical treatment of crop residues.. J. Anim. Sci. 46(3):841-861.

Males, J.R. 1987. Optimizing the utilization of cereal crop residues for beef cattle J. Anim. Sci. 65:1124-1130

Minor. H. T. I. 2012. Digestibilidad aparente de dos esquilmos agrícolas e indicadores del uso de nitrógeno en cabras en crecimiento suplementadas con pollinaza-melaza. Tesis de Licenciatura. I. A. Z. Facultad de Agricultura y Zootecnia Universidad Juárez del Estado de Durango. Ej. Venecia, Dgo. 47 P.

SAGARPA. 2011. Resumen 2011. Comarca Lagunera 2011. El siglo de torreón. Edición especial (suplemento). Enero 1 2012. P 26.

PRODUCCIÓN DE LECHE DE CABRA EN LA COMARCA LAGUNERA (INTENSIVO Y EXTENSIVO) DURANTE LA ÉPOCA DE ESTIAJE

Vélez Monroy L.I[1*]., Rosales Nieto C.A[3]., Flores Nájera M.J[2]., Chávez Solís A.U[1]., Salinas González H[4].

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental La Laguna, Matamoros Coahuila 27440. * Autor por correspondencia (Email velmonli@yahoo.com.mx) [2] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Zacatecas, Calera Zacatecas 98500. [3]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental San Luís, San Luís Potosí 78431 [4]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Región Norte-Centro, Matamoros Coahuila 27440.

INTRODUCCIÓN

Se estima que el número total de caprinos a nivel mundial es de 924 millones de cabezas de ganado, de las cuales la mayor parte se concentra en Asia y África (93%), Europa cuenta con el 1.9 % de dicha población, mientras que Oceanía solo cuenta con un 0.5 %. Latinoamérica y el Caribe cuentan con una población de 4.1 %, destacando Brasil y México con cerca de 9 millones de cabezas de ganado cada uno. La población de caprinos con la que cuenta México, representa el uno por ciento del total de la población mundial y el 23 % de la población en Latinoamérica (Devendra, 2010; FAOESTAT, 2011). En México, la caprinocultura está asentada en las regiones áridas y semiáridas, en su mayoría, son de tipo extensivo con un manejo rustico y poco apoyo tecnológico y económico (Echavarría *et al.,* 2006) En México del total de la población de animales caprinos; el 87% de los semovientes de esta especie se ubica en el área rural, en las regiones áridas y semiáridas, sitios donde se han localizado el mayor número de cabras. Las cabras son importantes productoras de leche y carne para consumo humano, y así como otros rumiantes, están particularmente bien capacitados para utilizar forrajes pobres de calidad, adaptados a muchos sistemas de manejo (Lu Ch. D. Y Potchobia M.J. 1988). Cinco son los estados de principal importancia por la cantidad de caprinos: Oaxaca, Coahuila, San Luis Potosí, Puebla y Nuevo León que en conjunto contribuyen con el 47% del inventario nacional. Sumando, en diez estados se contabilizan las tres cuartas partes de la población caprina (INEGI, 1991). Por otro lado, la región norte-centro aporta aproximadamente el 45% de la producción nacional de leche de cabra (DGEA, 1989). La producción de leche de cabra está concentrada (75%) en dos regiones: La Laguna (en Coahuila, y Durango) y Celaya (en Guanajuato); la mayoría de la leche en esas regiones es adquirida por compañías para hacer queso y dulces. Por lo que es importante conocer las características de producción de las cabras, especialmente en estas regiones importantes en cuanto a producción se refiere. El objetivo de este trabajo es determinar la producción de las cabras criollas de la comarca

Lagunera en dos sistemas de producción y durante la época de estiaje, es decir de época seca en la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la comunidad de Ignacio Zaragoza del municipio de Viesca, Coahuila. 24 Cabras criollas adultas de entre dos y tres años de edad, homogéneos en peso y condición corporal, así como de producción de leche al momento de iniciar el experimento, fueron asignadas a uno de dos grupos: Grupo I (Intensivo n=12) permaneció en corral de 5 x 12 metros, en el cual recibió alfalfa a razón de 3% de su peso vivo. La alfalfa fue introducida paulatinamente dentro de los primeros 10 días después de la separación de los grupos (periodo de acoplamiento). Grupo E (Extensivo n=15) permaneció de acuerdo a las condiciones naturales de alimentación en el agostadero y al manejo del productor cooperante que implica pastoreo de la vegetación disponible de 11 am hasta 6 pm y sin suplementación. Ambos grupos recibieron minerales y agua *ad libitum* durante la permanencia en el corral. A partir del mes de diciembre, se midió la producción de la leche semanalmente. Se tomaron los datos de producción de leche de cada una de las cabras de ambos grupos, los cuales fueron registrados y analizados. Se ordeñó completamente a cada una de las cabras por la mañana en una cubeta de aluminio del número 4, con una capacidad de 3.8 litros. El peso de la leche fue tomado mediante una báscula digital de 45 kg con una precisión de 1 gramo. Los datos se obtuvieron siempre en el mismo día y en el mismo orden de los animales. La información se analizó con el paquete estadístico SAS versión 9.3 (SAS Institute Inc, Cary, NC, EE.UU.). Los datos de producción de leche se analizaron mediante un análisis de varianza de un diseño completamente al azar (PROC GLM).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

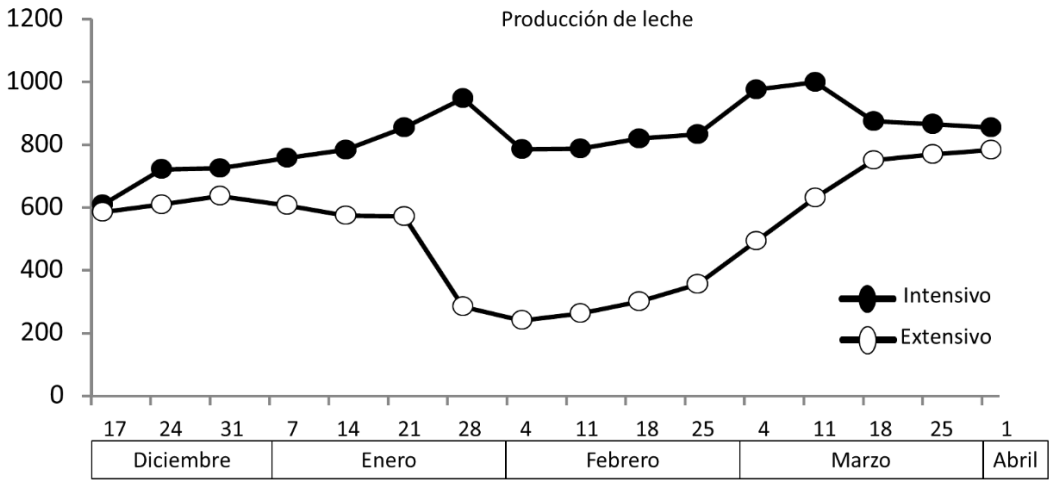


Figura 1. Desarrollo de la producción promedio de leche entre el grupo Intensivo (I; línea solida Negra y círculos solidos negros) y el grupo Extensivo (E; línea solida negra y círculos solidos blancos) a través del tiempo del estudio en la comunidad Ignacio Zaragoza del municipio de Viesca Coahuila, México.

Los resultados de la producción de leche en las cabras del grupo I (intensivo) tuvo un promedio de 865.89 gr de leche y el grupo E (extensivo) presentó un promedio de 549.44 gr de leche. Al comparar los datos de los dos grupos mediante el modelo de efectos fijos (tratamientos), se presentaron diferencias significativas ($P < 0.0001$). Lo cual, demuestra que el grupo Intensivo fue mejor que el grupo Extensivo para la variable de producción de leche (Figura 1). Como era de esperarse el sistema de alimentación influenció la producción de leche durante el estudio y esta se acrecentó dadas las condiciones encontradas en el sistema extensivo (Morand-Fehr *et al.,* 2007). Goetsch *et al.* (2011) observaron una clara diferencia en la producción de leche cuando los animales estuvieron sujetos a diferentes sistemas alimenticios dado que en el extensivo los animales dependen generalmente de las plantas disponibles y del estado fisiológico de estas. De tal manera que posteriormente a la lluvia registrada en este experimento se observó mayor abundancia y variedad de plantas (información no publicada) y un incremento gradual en la producción de leche.

CONCLUSIÓN

De este trabajo se puede concluir que el sistema de producción tiene efecto sobre el promedio de producción de leche de las cabras durante el periodo de estiaje y las condiciones ambientales presentes en la Comarca Lagunera.

BIBLIOGRAFÍA

DGEA. (1989): Dirección General de Economía Agrícola. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidraúlicos. México.

Devendra, C. 2010. Perspectives on animal prouction system in Asia. Proceedings of the Nutrition Society. 48 (01). 9-15.

Echavarría CH., F.G., Gutiérrez L., A.; Ledezma R., R.I.; Bañuelos V., R.; Aguilera S., J.I.; Serna P. A. 2006. Influencia del sistema de pastoreo con pequeños rumiantes en un agostadero del semiárido Zacatecano: I Vegetación nativa. Técnica Pecuaria México. 44(2): 203-217.

FAOSTAT. 2011. http://faostat.fao.org/site/569/DesktopDefault.aspx?PageID0569#ancor

Goetsch, A.L., Zeng, S.S., Gipson, T.A., 2011. Factors affecting goat milk production and quality. Small Ruminant Research 101, 55-63.

INEGI. (1991). VII Censo Agropecuario. México. 45 pp.

Lu Ch.D. Y Potchobia M.J. 1988. Nutrition and Management of Griwing Goats. Congreso Interamericano de Producción caprina. Torreón Coahuila. México P. B-45/ B-68.

Morand-Fehr, P., Fedele, V., Decandia, M., Le Frileux, Y., 2007. Influence of farming and feeding systems on composition and quality of goat and sheep milk. Small Ruminant Research 68, 20-34.

SAS Institute. 2010. SAS/Stat User's guide, Version 9.3. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

COMPARACIÓN DE LA CALIDAD DE LA LECHE DE CABRAS CRIOLLAS EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Vélez Monroy L.I[1*]., Rosales Nieto C.A[3]., Flores Nájera M.J[2]., Chávez Solís A.U[1]., Salinas González H[4].

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental La Laguna, Matamoros Coahuila 27440. * Autor por correspondencia (Email velmonli@yahoo.com.mx) [2] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Zacatecas, Calera Zacatecas 98500 [3]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental San Luís, San Luís Potosí 78431. [4]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Región Norte-Centro, Matamoros Coahuila 27440.

INTRODUCCIÓN

En México, la caprinocultura está asentada en las regiones áridas y semiáridas, en su mayoría, son de tipo extensivo con un manejo rustico y poco apoyo tecnológico y económico (Echavarría *et al.,* 2006) En México del total de la población de animales caprinos (aproximadamente 9 millones de cabezas de ganado caprino); el 87% de los semovientes de esta especie se ubica en el área rural, en las regiones áridas y semiáridas, sitios donde se han localizado el mayor número de cabras. Las cabras son importantes productoras de leche y carne para consumo humano, y así como otros rumiantes, están particularmente bien capacitados para utilizar forrajes pobres de calidad, adaptados a muchos sistemas de manejo (Lu Ch. D. Y Potchobia M.J. 1988). Cinco son los estados de principal importancia por la cantidad de caprinos: Oaxaca, Coahuila, San Luis Potosí, Puebla y Nuevo León que en conjunto contribuyen con el 47% del inventario nacional. Sumando, en diez estados se contabilizan las tres cuartas partes de la población caprina (INEGI, 1991). Por otro lado, la región norte-centro aporta aproximadamente el 45% de la producción nacional de leche de cabra (DGEA, 1989). La producción de leche de cabra está concentrada (75%) en dos regiones: La Laguna en Coahuila, y Durango y Celaya en Guanajuato; la mayoría de la leche en esas regiones es adquirida por compañías para hacer queso y dulces. La producción cuantitativa y cualitativa de leche de cabra depende de muchos factores. Estos factores pueden ser agrupados en intrínsecos del animal (tales como genéticos, raza, nivel de producción, estado de lactancia, estado fisiológico, etc.) y extrínsecos (como la estación, temperatura, prácticas de manejo, sistema de ordeño, alimentación, estado de salud, duración del periodo seco, etc.; Haenlein, 1996). Los factores intrínsecos se clasifican en genéticos, tomando en consideración la diferencia en producción y composición de la leche entre grupos o razas y los diferentes polimorfismos que afectan las fracciones proteicas de la leche; y factores no genéticos tales como edad o número de partos, estado de la lactancia, tipo de parto, duración del periodo seco previo, talla corporal, y características reproductivas como

el ciclo estral y la preñez. Entre los factores extrínsecos se encuentran el efecto de la época y año de parto, las prácticas de ordeño tomando en consideración el ordeño mecánico, la duración del intervalo entre ordeños, duración del ordeño, frecuencia de ordeño y ordeño a fondo; el efecto del ejercicio, los cambios en la composición por efecto del procesamiento de la leche para la conservación o producción de queso, el efecto de la salud de la ubre y por último, el efecto de la nutrición y la alimentación. Sin tomar en cuenta la genética, existe una relación entre la cantidad y composición de la dieta diaria y los requerimientos para producción. Variaciones de la dieta pueden traer cambios importantes en la producción y composición de la leche (Moranh-Fehr, 2005; Haenlein, 1996). Por lo que es importante conocer las características en la calidad de la leche de las cabras, especialmente en estas regiones importantes en cuanto a producción se refiere. El objetivo de este trabajo es determinar la calidad de la leche de las cabras criollas de la comarca Lagunera en dos sistemas de producción y durante la época de estiaje, es decir de época seca en la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la comunidad de Ignacio Zaragoza del municipio de Viesca, Coahuila. 24 Cabras criollas adultas de entre dos y tres años de edad, homogéneos en peso y condición corporal, así como de producción de leche al momento de iniciar el experimento, fueron asignadas a uno de dos grupos: Grupo E (Estabulado n=12) permaneció en corral de 5 x 12 metros, en el cual recibió alfalfa a razón de 3% de su peso vivo. La alfalfa fue introducida paulatinamente dentro de los primeros 10 días después de la separación de los grupos. Grupo P (Pastoreo n=12) permaneció de acuerdo a las condiciones del productor cooperante que implica pastoreo de la vegetación disponible de 11 am hasta 6 pm y sin suplementación. Ambos grupos recibieron minerales y agua *ad libitum*. A partir del mes de diciembre, se midió la calidad de la leche semanalmente. Se ordeñó completamente a cada una de las cabras por la mañana en una cubeta de aluminio del número 4, con una capacidad de 3.8 litros. Se tomaron 100 ml de leche de cada una de las cabras de ambos grupos, los cuales fueron analizados mediante un analizador Milkoscope Expert (Scope Electric ®). Los datos se obtuvieron siempre en el mismo día y en el mismo orden de los animales. La información se analizó con el paquete estadístico SAS versión 9.3 (SAS Institute Inc, Cary, NC, EE.UU.). Los datos de Grasa, Densidad, Lactosa, Solidos no Grasos, Proteína, Solidos Totales de la de leche se analizaron mediante un análisis de varianza de un diseño completamente al azar (PROC GLM).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la calidad de la leche en las cabras del grupo E (Estabulado) y del grupo P (Pastoreo), se muestran en la Tabla 1. El grupo E presentó un promedio de grasa de 2.645 %, el cual presentó un menor contenido de grasa que el grupo de pastoreo (5.699 %) siendo altamente significativa la diferencia estadística. Contrario al porcentaje de grasa, las demás variables tales como Densidad, Lactosa, Solidos no grasos, Proteína y solidos totales, fueron mayores en el grupo estabulado que en el grupo de pastoreo (Cuadro 1).

Cuadro 1: Se muestran las concentraciones de los componentes principales de la leche, su desviación estándar y su grado de significancia entre el grupo Estabulado y el grupo de Pastoreo

Parámetro	Estabulado	Pastoreo	Desvest	E E M	Significancia
Grasa (%)	2.645 B	5.699 A	2.457	0.125	***
Densidad	29.884 A	27.161 B	2.462	0.126	***
Lactosa (%)	4.805 A	4.672 B	0.281	0.014	***
Sol. N Grasos	8.728 A	8.460 B	0.534	0.027	***
Proteína (%)	3.234 A	3.148 B	0.250	0.013	**
Sol. Totales	0.714 A	0.690 B	0.038	0.001	***

Nota: Pr<0.001 (**); Pr<0.0001 (***) Letras diferentes entre columnas muestran diferencias entre tratamientos.

CONCLUSIÓNES

El sistema de alimentación produce un efecto sobre las concentraciones de los principales componentes de la leche. Como se observa en los resultados obtenidos, el pastoreo presenta un mayor porcentaje de grasa de la leche, sin embargo, no sucedió lo mismo para los demás parámetros medidos en el estudio.

BIBLIOGRAFÍA

DGEA. (1989): Dirección General de Economía Agrícola. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidraúlicos. México.

Echavarría CH., F.G., Gutiérrez L., A.; Ledezma R., R.I.; Bañuelos V., R.; Aguilera S., J.I.; Serna P. A. 2006. Influencia del sistema de pastoreo con pequeños rumiantes en un agostadero del semiárido Zacatecano: I Vegetación nativa. Técnica Pecuaria México. 44(2): 203-217.

Haenlein, G. 1996. Goat Management. Dirección electrónica: http://ag.udel.edu/extension/information/goatmgt/gm-list.htm.

INEGI. (1991). VII Censo Agropecuario. México. 45 pp.

Lu Ch.D. Y Potchobia M.J. 1988. Nutrition and Management of Griwing Goats. Congreso Interamericano de Producción caprina. Torreón Coahuila. México P. B-45/ B-68.

Morand-Fehr, P. 2005. Recent developments in goat nutrition and application: A review. *Small Rumin. Res.,* 60:25–43.

SAS Institute. 2010. SAS/Stat User's guide, Version 9.3. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

SUSTENTABILIDAD Y MANEJO DE RECURSOS NATURALES

HUELLA HIDRICA DEL CULTIVO DE MANZANA PRODUCIDA BAJO DIFERENTES NIVELES DE TECNIFICACION EN CANATLAN, DURANGO

José Luis Ríos Flores[1]*; Edgar Efrén Graciano Velázquez[1]; Miriam Torres Moreno[3]; José Ruiz Torres[1]; Marco Antonio Torres Moreno[4]

[1]Universidad Autónoma Chapingo – Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas Carretera Gómez Palacio – Ciudad Juárez Km 38.5., Bermejillo, Durango. México. CP 35230 e-mail: j.rf2005@hotmail.com (*Autor responsable). [3]SAGARPA, Delegación-Región Lagunera-Subdelegación de Planeación y Desarrollo Rural, Cd. Lerdo 35000, Dgo., México. [4]Innovación Ambiental para la Conservación y Desarrollo Sustentable A.C. Diego Rivera No.1 Int. 203 Unidad ISSSTE Texcoco Edo de México.

INTRODUCCIÓN

De todos los sectores de la economía, la agricultura es el más sensible a la escasez de agua, ya que emplea aproximadamente el 70% de las extracciones globales de agua dulce, por lo que es el sector con más posibilidades u opciones de ajuste (UN-Water, 2012). La evaluación de Huella hídrica contribuye con una nueva perspectiva, en la cual las necesidades totales de agua son cuantificadas y localizadas geográficamente (Aldaya *et al.,* 2011). El concepto de huella hídrica fue introducido como analogía de la huella ecológica, indicando el uso del agua en lugar del uso de la tierra. La huella hídrica es un indicador del uso del agua que evidencia tanto el uso directo como indirecto del recurso agua. La huella hídrica de un individuo, comunidad o empresa se define como el volumen total de agua dulce que se utiliza para producir un determinado bien o producto. La huella hídrica es un indicador geográficamente explícito de que no sólo muestra los volúmenes de uso del agua y la contaminación, sino también las ubicaciones (Hoekstra *et al.,* 2011).

En la huella hídrica se distinguen tres colores: azul, verde y gris. La huella hídrica azul se refiere al consumo de los recursos hídricos procedentes de agua superficial y subterránea. El "consumo" se entiende como la pérdida de agua desde una masa de agua superficial o subterránea en una cuenca hidrográfica al evaporarse el agua, volver a otra cuenca, al mar o incorporarse a un producto. La huella hídrica verde en cambio se refiere al consumo del agua de lluvia almacenada en el suelo como humedad (Falkenmark y Rockström, 2004; 2006). La huella hídrica gris es un concepto todavía en debate y se refiere a la contaminación. Se define como el volumen de agua dulce que se necesita para asimilar una carga de contaminantes en base a las normas vigentes de calidad ambiental del agua (Samoral *et al.,* 2012).

En la producción de cultivos, el objetivo de promover el uso eficiente del agua, es producir mayores rendimientos económicos con menos agua, cuando el agua es un factor limitante,

como en las zonas áridas (Boutraa, 2010). Por lo tanto, es urgente el desarrollo de estrategias apropiadas para el ahorro y conservación del agua (oro azul) del subsuelo para promover sistemas agrícolas y humanos sustentables, lo cual puede lograrse a través de sistemas de riego apropiados a la situación actual (Postel, 2000). El manzano requiere de riego para alcanzar altos rendimientos y calidad de fruta, pero como el suministro de agua se ha convertido en un factor limitante en las principales áreas de producción, la explotación de este cultivo debe orientarse en términos de productividad del agua (Passioura, 2006). Por ello el objetivo de este trabajo fue determinar la huella hídrica de la producción de manzano en el municipio de Canatlán, Durango, de los productores de bajo y alto nivel tecnológico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fuentes de información

Para lograr la determinación de la huella hídrica del manzano en la región se emplearon fuentes de información secundaria. Se utilizó la base de datos de la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SIAP, 2013). Los datos corresponden al ciclo agrícola 2013, de producción, rendimiento, superficie sembrada y cosechada en riego. Para este estudio se define como agricultura de riego a todas aquellas tierras que tienen acceso a fuentes de agua (normalmente subterránea) adicionales a la precipitación, a la cual denominan agua azul (Hoekstra, 2008, Hoekstra, 2009). Para construir los costos de producción del cultivo, se emplearon los datos de Financiera Rural del estado de Durango para el cultivo de manzana, diferenciados para productores con bajo y alto nivel tecnológico. El volumen de agua de riego considerado para esta región fue de 8,000 m^{-3} por hectárea por año.

Indicadores de productividad y eficiencia analizados

1. Ingreso por hectárea (US$ ha^{-1})
2. Ganancia por hectárea (US$)
3. Ganancia hm^{-3}
4. Productividad física (kg m^{-3})
5. Eficiencia física (m^3 kg^{-1})
6. Productividad económica (US$ de ganancia hm^{-3})
7. Empleo generado por el empleo del agua (empleos hm^{-3})
8. Precio del metro cubico para riego de manzano
9. Relación Beneficio-Costo
10. Tasa de ganancia
11. Empleos generados por cada millón de dólares invertido en la producción
12. Punto de equilibrio ton ha^{-1}
13. Productividad horaria (h ton^{-1})

14. Productividad física por hora de trabajo (kg h^{-1})
15. Productividad laboral (US$ de ganancia jornada^{-1})
16. Productividad laboral (US$ de ganancia h^{-1})

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Indicadores de la huella hídrica en manzana

El Cuadro 1 muestra los índices de productividad física del agua, de esa fuente se observa que el productor de baja tecnología produjo 0.88 kg m^{-3}, mientras en el altamente tecnificado se produjeron 1.88 kg m^{-3}, lo que indica que el productor de baja tecnología produce solo el 47% de la manzana que produce el altamente tecnificado, pero emplea la misma cantidad de agua. En este sentido Zegbe *et al.,* (2007), determinaron en riego comercial un índice de 0.06 Kg L y en riego por goteo 0.14 kg L. Asimismo los indicadores de eficiencia del agua indican que se emplearon 1,14 m^3 kg^{-1} en el caso de los productores de bajo nivel tecnológico, mientras que en el caso de aquellos productores tecnificados el indicador fue 0.53 m^3 kg^{-1}, lo que implica que el productor de bajo nivel tecnológico, empleo 2.14 veces *más agua* para producir la misma cantidad de manzana. Por otro lado aun cuando los indicadores obtenidos evidencien que la productividad del agua en huertas altamente tecnificadas resulto superior, estos indicadores se ubicaron por debajo de los determinados por (Quezada *et al.,* 2009), quienes para Cuauhtémoc, Chihuahua, determinaron índices que oscilaron entre 2.4 m^3 kg^{-1} – 7.8 m^3 kg^{-1}, mientras que Quezada *et al.,* (2005), encontraron índices que oscilaron de 1.87 m^3 kg^{-1} – 13.08 m^3 kg^{-1}. Por otro lado que Bradbear y Friel, (2011), determinaron índices de 3.2 para manzanas y peras en Australia. La productividad económica del agua, medida como la ganancia producida (US$) por hectómetro cúbico empleado en la producción de manzana, indica que en los sistemas altamente tecnificados se generaron US$362,825, mientras en los de bajo nivel tecnológico ese mismo volumen de agua generó US$148,405, es decir; se generó solo el 41% de la ganancia que generó el sistema altamente tecnificado (Cuadro 1). La generación de empleos por hectómetro cúbico, que mientras que la producción altamente tecnificada se generaron 38.6 empleos hm^3, mientras en el de bajo nivel tecnológico se generaron 27.9 empleos hm^3.

Cuadro 1: Indicadores de la productividad en la producción promedio y en productores altamente tecnificados el cultivo de manzana en Canatlán, Durango en 2013. Cifras monetarias en US$.

Variable económica	A) Bajo tecnología	B) Altamente tecnificados	A/B
Productividad del suelo:			
Rendimiento físico (ton ha^{-1})	7,00	15,00	0,47
Ingreso por hectárea (USD$)	$ 2.749	$ 5.890	0,47
Ganancia por hectárea (USD$)	$ 1.187,2	$ 2.902,6	0,41
Productividad del agua:			
Rendimiento físico (kg m^{-3})	0,88	1,88	0,47
Rendimiento físico (m^{3} kg^{-1})	1,14	0,53	2,14
Ganancia por hectómetro (USD$)	$ 148.405	$ 362.825	0,41
Empleos generados por hectómetro	27,9	38,6	0,72
Precio del agua (USD$ m^{3})	$ 0,02	$ 0,02	1,00
Productividad del capital:			
RB/C	1,760	1,972	0,89
Tasa de ganancia	76,0%	97,2%	0,78
Empleos generados / Millón de dólares invertidos	142,9	103,4	1,38
Punto de equilibrio (ton ha^{-1})	3,98	7,61	0,52
Productividad laboral:			
Jornadas por hectárea	64	89	0,72
Horas por hectárea	514,2	712,0	0,72
Horas de trabajo por ton	73,46	47,47	1,55
Kilogramos por hora	13,6	21,1	0,65
Ganancia por jornada (USD$)	$ 18,5	$ 32,6	0,57
Ganancia por hora (USD$)	$ 2,31	$ 4,08	0,57

Fuente: Elaboración propia.

Otro indicador de productividad social la cual es medida por la cantidad de empleos generados por cada millón de dólares americanos en nuestro caso, indica que en el de bajo nivel tecnológico se generaron 142.9 empleos por millón de dólares invertidos, mientras en los de alto nivel tecnológico se generaron 103.4 empleos por millón de dólares invertidos, es decir; el sistema con bajo nivel tecnológico produjo 38% más empleo que el altamente tecnificado (el indicador fue 1.38). Asimismo el Cuadro 1, muestra que bajo las mismas condiciones de cultivo, así como de mercado, la cantidad mínima que se requiere producir para tener una operación viable (punto de equilibrio) es de 3.98 ton ha^{-1} en huertos de bajo nivel tecnológico y 7.61 ton ha^{-1} en huertos de alto nivel tecnológico, por lo que analizando la producción realmente lograda

se observa que los dos sistemas de producción se ubicaron por arriba del punto de equilibrio lo que los ubica como eficientes económicamente.

Por otro lado la misma fuente indica la productividad horaria, es decir; la cantidad de horas de trabajo que se invierten por tonelada de manzana. De este análisis se observa que la productividad horaria del cultivo con baja tecnología fue de 514.2 h ton^{-1}, y de 712 h ton-1 en el caso de los huertos altamente tecnificados, lo que indica que estos últimos resultaron menos eficientes en términos de productividad horaria. Existen otras dos formas de expresar la productividad laboral, de acuerdo con (Dorward, 2013), algunos indicadores estructurales, pueden ser medida a través del Producto Interno Bruto (PIB) generado en relación con el número de personas empleadas, por el número de horas trabajadas. Así, se determinó que cada trabajador dedicado a la producción de manzana en huertas de bajo nivel tecnológico agregó al PIB de esa cadena productiva US$18,5 de ganancia por jornada, determinándose que el trabajador dedicado a producir manzana en huertos altamente tecnificados fueron más eficientes al generar US$32.6 de ganancia por jornada. Estos índices se encuentran estrechamente relacionados con la cantidad de manzana nivel municipal así como por el precio de mercado de la manzana. A este respecto existe una discusión generalizada sobre la productividad agrícola vista como productividad laboral, ya que generalmente se utilizan indicadores implícitos o explícitos relacionados con la productividad del cultivo. En este sentido se determinó que la ganancia por hora de trabajo invertida, para la producción de manzana en el municipio de Canatlán en huertos de bajo nivel tecnológico fue de US$2.31 h^{-1}, lo que indica que este cultivo fue menos eficiente en comparación con el cultivo de manzana en huertas altamente tecnificadas, ya que estas últimas produjeron US$ 4.08 h^{-1}, lo que indica que las huertas tecnificadas fueron más eficientes en cuanto a la variable social del uso del agua.

CONCLUSIONES

El agua es un recurso primordial en las zonas áridas y semiáridas de México, en tanto que su aporte limita la producción de la agricultura. Sin embargo en este estudio se observó que el precio real del agua es muy bajo en (USD$0.02) relación a otras zonas agrícolas del mundo. La determinación de índices de productividad física y monetaria pueden ser empleados como indicadores de eco-eficiencia, rendimiento y presión sobre el medio ambiente. La eficiencia y productividad del agua en huertos analizados estuvo relacionada con el nivel tecnológico, en tanto que los huertos altamente tecnificados mostraron ser más eficientes en el uso del recurso agua.

BIBLIOGRAFÍA

Aldaya M. M., Niemeyer I, y Zarate E. 2011. Agua y Globalización: Retos y oportunidades para una mejor gestión de los recursos hídricos. Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros, 2011; 230: 61-83.

Boutraa, T. 2010. Improvement of water use efficiency in irrigated agriculture: a review. *Journal of Agronomy*, *9*(1), 1-8.

Bradbear, C., y Friel, S. 2011. Food systems and environmental sustainability: A review of the Australian evidence. *Australian National University*, 1-52.

Dorward, A. (2013). Agricultural labour productivity, food prices and sustainable development impacts and indicators. *Food Policy,* 39, 40-50.

Falkenmark, M. y Rockström, J. 2006. The New Blue and Green Water Paradigm: Breaking New Ground for Water Resources Planning and Management. *J. Water Resour. Plann. Manage*. 132(3), 129–132.

Falkenmark, M., y Rockström, J. 2004. *Balancing water for humans and nature: the new approach in ecohydrology*. Earthscan.

Hoekstra Arjen Y., Ashok K. Chapagain, Maite M. Aldaya and Mesfin M. Mekonnen. 2011. The Water Footprint Assessment Manual Setting the Global Standard. Earthscan Ltd, Dunstan House, 14a St Cross Street, London. ISBN: 978-1-84971-279-8.

Hoekstra, A. Y. 2008. Water neutral: Reducing and offsetting the impacts of water footprints. Value of Water Research Report Series No 28, UNESCO-IHE, Delft, Netherlands. Disponible en: http://www.waterfootprint.org/Reports/Report28-WaterNeutral.pdf /(last acceded May 22, 2014).

Hoekstra, A. Y. 2009. Human appropriation of natural capital: A comparison of ecological footprint and water footprint analysis. *Ecological Economics.* 68 (7):1963–1974.

Passioura, J. 2006. Increasing crop productivity when water is scarce—from breeding to field management. *Agricultural water management*, *80*(1), 176-196.

Postel, S. L. 2000. Entering an era of water scarcity: the challenges ahead. *Ecological applications*, *10*(4), 941-948.

Quezada, R. Á. P., Franco, P. O., Álvarez, J. P. A., y Sánchez, N. C. 2009. Productividad y crecimiento de manzano bajo déficit de riego controlado. *Terra Latinoamericana*, *27*(4), 337-343.

Salmoral, G., Dumont, A., Aldaya, M. M., Rodríguez-Casado, R., Garrido, A., y Llamas, M. R. 2012. *Análisis de la huella hídrica extendida de la cuenca del Guadalquivir*. Fundación Marcelino Botín.

SIAP. 2013. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Anuarios estadísticos de la producción agropecuaria. SAGARPA-SIAP. Disponible en: http://www.siap.gob.mx/ /(last acceded May 30, 2014).

UN-Water. 2012. The United Nations World Water Development: Managing Water under uncertainty and risk. World Water Assessment Programed (WWAP). Report 4. Unesco, Paris, France.861p.

Zegbe, J. A., Behboudian, M. H., and Clothier, B. E. 2007. Reduced irrigation maintains photosynthesis, growth, yield, and fruit quality in 'Pacific Rose™'Apple. *Journal of sustainable agriculture*, *30*(2), 125-136.

HUELLA HIDRICA AZUL DEL TOMATE ROJO EN LA COMARCA LAGUNERA

José Luis Ríos Flores[1]*; Miriam Torres Moreno[2]; José Ruiz Torres[1]; Marco Antonio Torres Moreno[3]

[1]Universidad Autónoma Chapingo – Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas Carretera Gómez Palacio – Ciudad Juárez Km 38.5., Bermejillo, Durango. México. CP 35230 e-mail: j.rf2005@hotmail.com (*Autor responsable). [2]SAGARPA, Delegación-Región Lagunera-Subdelegación de Planeación y Desarrollo Rural, Cd. Lerdo 35000, Dgo., México. [3]Innovación Ambiental para la Conservación y Desarrollo Sustentable A.C. Diego Rivera No.1 Int. 203 Unidad ISSSTE Texcoco Edo de México.

INTRODUCCIÓN

La tendencia actual encaminada a lograr un desarrollo sostenible pasa por la necesidad de desarrollar indicadores precisos de sostenibilidad, capaces de medir el estado de los sistemas naturales y sus posibles respuestas a las presiones ejercidas sobre los recursos que generan (Roth *et al.,* 2001). Entre los indicadores de sostenibilidad con mayor difusión figura la huella ecológica, que fue propuesta en los años noventa para poner de relieve el impacto que la especie humana estaba teniendo sobre el planeta. Este concepto fue desarrollado con el objetivo de conseguir un indicador que relacionara el uso del agua con el consumo humano por Hoekstra y Hung, (2002). De acuerdo con los datos de Hoekstra y Chapagain (2007), el tomate rojo a nivel mundial promedio tiene una huella hídrica igual a 214L kg^{-1} (50% agua verde, 30% agua azul y 20% agua gris). Mientras que para México en promedio las huellas hídricas determinadas por estos autores fueron: huella hídrica verde; 108 m^3 t^{-1}, huella hídrica azul; 63m^3 t^{-1}, Huella hídrica gris 43 m^3 t^{-1}. En este sentido este trabajo tiene por objetivo determinar la productividad del agua, el capital, el suelo y la fuerza laboral para el DR017 y municipal y determinar la huella hídrica azul del tomate rojo saladette producido a cielo abierto y en condiciones de riego por bombeo en su forma tradicional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fuentes de información

Para lograr la determinación de la huella hídrica del cultivo de tomate rojo variedad saladette en el Distrito de Riego 017 (DR017) de La Laguna, México, se emplearon fuentes de información secundaria. Se utilizó la base de datos de la SIAP (2013). Los datos corresponden al ciclo agrícola 2013, de producción, rendimiento, superficie sembrada y cosechada en riego por bombeo. Para este estudio se define como agricultura de riego a todas aquellas tierras que tienen acceso a fuentes de agua (normalmente subterránea) adicionales a la precipitación, a la

cual denominan agua azul (Hoekstra, 2006; Hoekstra y Chapagain, 2007; Hoekstra, 2008). Para construir los costos de producción del cultivo, se emplearon los datos de SAGARPA. Con base en estos valores, se calculó la rentabilidad del cultivo para el área de influencia del DR017, Comarca Lagunera. Las láminas de riego netas empleadas fueron las indicadas por el Campo Experimental del INIFAP en la Comarca Lagunera, para el cultivo (0.90m), considerándose una eficiencia en la conducción del 85%.

Variables evaluadas

1. Litros de agua usados en el riego, necesarios para producir 1kg de tomate (Y_1).
2. Kilogramos de tomate producido por cada m^3 de agua usado en el riego (Y_2).
3. Litros de agua usada en el riego necesario para producir $1 de ingreso bruto ($Y_3$).
4. Ingreso bruto generado por m^3 de agua usada en el riego (Y_4).
5. Utilidad bruta producida por cada m^3 de agua usada en el riego (Y_5).
6. Cantidad de agua (m^3) utilizada en el riego para producir $1 de utilidad bruta ($Y_6$).
7. Precio del metro cubico pagado por el productor ($Y_{7)}$.
8. Ingreso bruto por cada m^3 de agua / precio del m^3 de agua al productor (Y_8).
9. Cantidad de empleos generados por hectómetro de agua irrigada (Y_9).
10. Horas de trabajo invertidas por tonelada (Y_{10}).
11. Ganancia por trabajador (Y_{11}).
12. Ganancia por hora invertida por trabajo (Y_{12}).
13. Punto de equilibrio expresado en tonelada por hectárea (Y_{13}).
14. Vulnerabilidad crediticia (Y_{14}).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Indicadores de la huella hídrica azul en la producción de tomate rojo del DR017

El uso de recursos de capital, laboral y agua que se emplearon para lograr producir los US$1.197,882 millones generados de ganancia bruta por el cultivo de tomate rojo saladette, señala que en total se emplearon 1.4 hectómetros cúbicos (1.4 Mm^3 de agua), con lo que generó un total de 27,949 jornadas de trabajo (equivalente al empleo permanente de 97 personas). El análisis de los conceptos que generan el Costo total ha^{-1}, tanto en términos relativos como en términos absolutos, indica la importancia relativa de cada concepto. Los resultados muestran que los conceptos asociados al riego en el cultivo de tomate rojo no son mayores en términos cuantitativos al representar solo 7.6% del costo total, en contraparte, muestra que los US$2,971.88 de costo total por hectárea, los costos distribuyeron de la manera

siguiente: siembra y fertilización 19.6%, cosecha 17.3%, labores culturales 12.6%, diversos 9.8%, la preparación del suelo 6.6%, la fitosanidad representó 3.4%. El agua empleada para la producción agropecuaria es extremadamente importante por ser el principal factor limitante en tanto determina la producción. Sin embargo el precio del agua determinado fue muy bajo US$0,02 m^{-3}, mientras los agricultores de tomate rojo en Israel pagan US$ 0,57 m^{-3} (Pimentel *et al.,* 2014), lo que muestra el bajo costo que tiene el agua en el Distrito de Riego 017 (Cuadro 2).

El análisis de la eficiencia del agua se observa en el Cuadro 2, el cual muestra los indicadores productivos, económicos y sociales. El uso eficiente del agua es uno de los índices más ampliamente empleados en una gran variedad de cultivos en España (García *et al.,* 2013; Lorite *et al.,* 2012; Romero *et al.,* 2006), sin embargo en México existe muy poca información al respecto. El indicador de eficiencia física del cultivo de tomate rojo saladette en el DR017 fue 3.783 kg m^{-3} (variable Y_2), encontrándose un índice menor en tomate producido en Francisco I. Madero con 3.165 kg m^{-3}, lo que muestra una menor eficiencia de este cultivo para convertir el agua en producto, ya que tuvo una huella hídrica de 316 L kg^{-1} (variable Y_1), en comparación con los 172 L kg^{-1} del producido en Lerdo. Estos indicadores mostraron ser superiores a los determinados por (Chico *et al.,* 2010), quienes determinaron un índice de 966 L kg^{-1} cuya única fuente era la lluvia e inferiores a los determinados por Page *et al.* (2011) con indicadores para Australia iguales a 38 L kg^{-1}.

El indicador de la variable Y_3, muestra que se requirieron en promedio 843 L para generar US$1 dólar de ingreso, siendo el menos productivo el municipio de Madero con 1, 377 L para generar esa misma cantidad. Lo cual en principio muestra que son necesarias grandes cantidades de agua para generar ese dólar de ingreso, es decir; el empleo de 1 m^3 de agua en la producción tomate rojo en promedio generó US$1.19 de ingreso bruto ($Y_4$) en el área de influencia del DR017, US$0.73 en Madero, y US$0.89 en Gómez Palacio, mientras que Chico *et al.* (2010), encontró un índice entre € 0.025 m^3 a € 36 m^3 dependiendo del sistema de producción y el tipo de riego, encontrándose que en España, el índice fue € 5 m^3. La productividad económica de agua (US$ m^{-3}) no sólo depende de las condiciones climáticas y rendimientos de los cultivos, sino también en la eficiencia del uso del agua. En este sentido el índice de la Y_5, refleja la ganancia generada/m^3. Este índice mostró ser elevado en Lerdo con US$1.85 m^{-3}, con respecto a Francisco I. Madero US$ 0.38 m^{-3}. En este sentido Aldaya *et al.* (2010) determinaron que la productividad del agua en tomate en España fue € 2 m^{-3} - € 3 m^{-3}.

Cuadro 2: Indicadores de huella hídrica azul en tomate rojo producido a cielo abierto en La Comarca Lagunera. Cifras monetarias en US$.

Variable	Francisco I. Madero	San Pedro	Torreón	Gómez Palacio	Lerdo	Tlahualilo	Total
Y_1 =Litros kg^{-1}	316	286	284	268	172	245	264
Y_2 =Kg m^{-3}	3.165	3.493	3.524	3.726	5.822	4.075	3.783
Y_3 =Litros/US$ de ingreso bruto	1,377	836	753	1,119	456	796	843
Y_4 =Ingreso bruto US$ m^{-3}	$0.73	$1.20	$1.33	$0.89	$2.19	$1.26	$1.19
Y_5 =Utilidad bruta US$ m^{-3}	$0.38	$0.85	$0.98	$0.55	$1.85	$0.91	$0.84
Y_6 =Litros por US$ de utilidad	2,629	1,175	1,018	1,826	541	1,098	1,190
Y_7 =Precio del m^3 (US$)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Y_8 =Ingreso bruto por m^3/precio del m^3 de agua al productor	38.11	62.78	69.67	46.88	115.10	65.92	62.24
Y_9 =Empleos hm^{-3}	68.07	68.07	68.07	68.07	68.07	68.07	68.07
Y_{10} =Horas de trabajo ton^{-1}	49.55	44.90	44.51	42.09	26.94	38.48	41.46
Y_{11} =Ganancia/trabajador (US$)	$5,587	$12,495	$14,422	$8,041	$27,143	$13,373	$12,343
Y_{12} =Ganancia h^{-1} (US$)	$2.43	$5.42	$6.26	$ 3.49	$ 11.78	$ 5.80	$ 5.36
Y_{13} =Punto de equilibrio	12.949	8.676	7.887	12.394	7.887	9.640	9.477
Y_{14} =Vulnerabilidad crediticia (=rendimiento físico ha/ Y_{13})	2.10	3.46	3.84	2.58	6.34	3.63	3.43

Fuente: Elaboración propia.

El indicador de la variable Y_8, para el cultivo de tomate rojo en promedio distrital fue de 62.24, lo que indica que de cada dólar que el productor de tomate rojo pagó por metro cúbico de agua, se obtuvo un excedente de US$61.24, encontrándose que en todos los municipios este índice osciló de 38.11 a 111.10, lo que sugiere que en todos los municipios existe una enorme apropiación *privada* de quienes usan, se apropian y enriquecen a costa de un recurso perteneciente a toda la sociedad: *el agua*.

En cuanto a la eficiencia social del agua, expresada como la cantidad de empleos generados por hm^{-3}, el indicador fue 68.07 (Y_9) para el tomate rojo saladette para todo el Distrito de Riego, en tanto que la cantidad de jornales que se requieren por hectárea es el mismo en la región. Este indicador es alto, dado que los cultivos como las hortalizas y los frutales que requieren de una gran cantidad de mano de obra para actividades que no se realizan en otros cultivos forrajeros o cereales. En este sentido, solo en algunas regiones de España se han generado este tipo de indicadores (García *et al.,* 2013) mencionándose que en ese país el índice de empleos generados oscila entre 24 - 62 empleos hm^{-3} en la producción de hortalizas y frutales, mientras que la producción de cultivos en invernadero generan hasta 190 empleos hm^{-3}. Lo que estaría indicando que el índice determinado para el cultivo del tomate es similar al determinado en otras áreas agrícolas del mundo.

La variable Y_{10} indica la productividad horaria, es decir; la cantidad de horas de trabajo que se invierten por tonelada de producto (tomate rojo saladette). De este análisis se observa que la productividad horaria promedio fue de 41.46 h ton^{-1}. Asimismo se determinó que el tomate rojo producido en Francisco I. Madero resultó menos eficiente en términos de productividad horaria, al tener un indicador de 49.55 h ton^{-1} y de 26.94 h ton^{-1} en Lerdo. Existen otras dos formas de expresar la productividad laboral, de acuerdo con (Dorward, 2013), algunos indicadores estructurales, pueden ser medida a través del Producto Interno Bruto (PIB) generado en relación con el número de personas empleadas, por el número de horas trabajadas. Así, se determinó que cada trabajador dedicado a la producción de tomate rojo saladette en el DR017 agregó al PIB de esa cadena productiva US$ 12,343 de ganancia por año, determinándose que el trabajador dedicado a producir tomate rojo en Francisco I. Madero fue menos productivo, al añadir al PIB solamente US$5,587 de ganancia por año. En este sentido se determinó que la ganancia por hora de trabajo invertida (Y_{11}), para la producción de tomate rojo en el DR017 fue de US$5.36 h^{-1}, lo que indica que este cultivo fue más eficiente en comparación con el tomate producido en Francisco I. Madero que generó US$2.43 h^{-1}, lo que indica que en términos

económicos, Lerdo resultó más eficiente en términos económicos al generar una ganancia de US$ 11.78 h^{-1}, lo que indica que este municipio es eficiente en la utilización del agua.

La variable Y_{12}, muestra que bajo las mismas condiciones de cultivo, así como de mercado, la cantidad mínima que se requiere producir para a partir de allí tener una operación financiera viable (punto de equilibrio) es de 9.477 ton ha^{-1} en promedio en el DR017. De forma desagregada se requieren producir 12.949 ton ha^{-1} en Francisco I. Madero y 7.887 ton ha^{-1} en el municipio Lerdo. Tomando en consideración la producción obtenida en cada uno de los municipios analizados, se observa que todos se ubicaron por arriba del punto de equilibrio, por ejemplo, el municipio de Francisco I. Madero con 27.182 ton ha^{-1}, San Pedro con 30.00 ton ha^{-1} Lerdo con 50.00 ton ha^{-1} lo que los ubica como eficientes económicamente, por ello es que todos los indicadores económicos de la variable Y_{13}, que evalúa la vulnerabilidad en la obtención de líneas crediticias para financiar la producción del cultivo, indica que en todos los municipios el tomate rojo es rentable y sujeto de crédito.

CONCLUSIONES

La huella hídrica contextualizada en espacio y tiempo puede proporcionar información útil para la evaluación comparativa, identificando las mejores prácticas agrícolas que puedan lograr una gestión integral de los recursos hídricos. Sin embargo, para obtener una imagen integral, se debe valorar no solo en términos de m^3 ton^{-1}, sino también la eficiencia social y económica del agua de riego. En este trabajo se determinó que el precio del metro cubico para el riego del tomate rojo en la región es muy bajo (US$0.02) lo que contribuye a que se haga un ineficiente uso del recurso agua. En base al análisis realizado se concluye que el tomate rojo producido en el Distrito de Riego 017 es rentable, sin embargo en algunos municipios, los resultados indicaron que el uso del agua no es eficiente. Se concluye que el municipio de Lerdo, Durango fue el municipio más eficiente en la utilización del agua en términos físicos, económicos y sociales en relación al promedio regional y en relación a los otros municipios analizados.

BIBLIOGRAFÍA

Aldaya, M. M., Martínez-Santos, P., y Llamas, M. R. 2010. Incorporating the water footprint and virtual water into policy: Reflections from the Mancha Occidental Region, Spain. *Water Resources Management,* 24(5), 941-958.

Chico, D., Salmoral, G., Llamas, M. R., Garrido, A., y Aldaya, M. M. 2010. *The water footprint and virtual water exports of Spanish tomatoes*. Fundación Marcelino Botín. 62p.

Dorward, A. (2013). Agricultural labour productivity, food prices and sustainable development impacts and indicators. *Food Policy,* 39, 40-50.

García, J. G., López, F. C., Usai, D., y Visani, C. 2013. Economic Assesment and Socio-Economic Evaluation of Water Use Efficiency in Artichoke Cultivation. *Open Journal of Accounting,* 2(2): 45-52.

Hoekstra, A. Y., y Chapagain, A. K. 2007. The water footprints of Morocco and the Netherlands: Global

water use as a result of domestic consumption of agricultural commodities. *Ecological Economics*, *64*(1), 143-151.

Hoekstra, A.Y. and Hung, P.Q. 2002. Virtual water trade: a quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. Value of Water Research Report Series No. 11. UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.

Lorite, I. J., García-Vila, M., Carmona, M. A., Santos, C., y Soriano, M. A. 2012. Assessment of the irrigation advisory services' recommendations and farmers' irrigation management: a case study in southern Spain. *Water resources management,* 26(8), 2397-2419.

Page, G., Ridoutt, B., y Bellotti, B. 2011. Fresh tomato production for the Sydney market: an evaluation of options to reduce freshwater scarcity from agricultural water use. *Agricultural water management*, *100* (1), 18-24.

Pimentel, D., Berger, B., Filiberto, D., Newton, M., Wolfe, B., Karabinakis, E., y Nandagopal, S. 2014. Water resources: agricultural and environmental issues. *BioScience,* 54(10), 909-918.

Romero, P., García, J., y Botía, P. 2006. Cost–benefit analysis of a regulated deficit-irrigated almond orchard under subsurface drip irrigation conditions in Southeastern Spain. *Irrigation Science*, *24*(3), 175-184.

Roth, E., Rosenthal, H., y Burbridge, P. 2001. A discussion of the use of the sustainability index:'ecological footprint'for aquaculture production. *Aquatic Living Resources*, *13*(6), 461-469.

SIAP. 2013. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Anuarios estadísticos de la producción agropecuaria. SAGARPA-SIAP. Disponible en: http://www.siap.gob.mx/ /(last acceded May 30, 2014).

PRODUCTIVIDAD DEL AGUA DE LLUVIA EN CAFÉ (*Coffea arabica*) DEL DDR024 MOTOZINTLA, CHIAPAS, MÉXICO

José Luis Ríos Flores[1]*; Miriam Torres Moreno[2]; José Ruiz Torres[1]; Marco Antonio Torres Moreno[3]

[1]Universidad Autónoma Chapingo – Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas Carretera Gómez Palacio – Ciudad Juárez Km 38.5., Bermejillo, Durango. México. CP 35230 e-mail: j.rf2005@hotmail.com (*Autor responsable). [2]SAGARPA, Delegación-Región Lagunera-Subdelegación de Planeación y Desarrollo Rural, Cd. Lerdo 35000, Dgo., México. [3]Innovación Ambiental para la Conservación y Desarrollo Sustentable A.C. Diego Rivera No.1 Int. 203 Unidad ISSSTE Texcoco Edo de México.

INTRODUCCIÓN

La escasez de agua es uno de los factores limitantes para agricultura en general (Araus, 2004). A medida que la competencia por el agua se intensifica en el mundo, el agua en la producción de alimentos debe ser utilizada más eficientemente (Pasquale *et al.,* 2007). El concepto de productividad del agua fue establecido por Kijne y colaboradores (2003) como una medida para determinar la capacidad de los sistemas agrícolas de convertir el agua en alimento. En la producción de cultivos, el objetivo de promover el uso eficiente del agua, es producir mayores rendimientos económicos con menos agua, cuando el agua es un factor limitante (Boutraa, 2010). El café es de gran importancia económica para los productores, en su mayoría países en desarrollo y de considerable importancia social para los países consumidores. El café es, en términos económicos, el producto agrícola más importante negociado en el mundo (AMECAFE, 2011). En Chiapas se estima que alrededor de 183, 761 productores producen café, los cuales se distribuyen en 241, 876.14 hectáreas en 198,320 predios, ocupando el primer lugar a nivel nacional en cuanto a número de productores, superficie y por ende producción del aromático. La producción de café es posible mediante la utilización de varios recursos, entre ellos el agua de lluvia. Por ello el objetivo de este trabajo fue la determinación de la productividad del agua de lluvia en el DDR024, Motozintla, Chiapas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fuentes de información. Se utilizó la base de datos del SIAP (Sistema Información Agroalimentario y Pesquero) ciclo agrícola 2013, empleándose de esa fuente datos de superficie cosechada (ha), producción física anual (t), Valor Bruto de la Producción (VBP, en $ miles de pesos), con ellos se generaron los datos de rendimiento físico "RF" anual (t ha^{-1}), precios medios rurales ($ nominales t^{-1}), rendimiento monetario "RM" por hectárea ($ nominales ha^{-1}). Los costos por hectárea y número de jornales/ hectárea se obtuvieron de FIRA (2013).

Variables evaluadas

1. Litros de agua usados en el riego, necesarios para producir 1kg de producto físico (Y_1).
2. Los gramos de producto físico producido por cada m^3 de agua usada (Y_2).
3. Metros cúbicos de agua usados para producir USD$1 de ingreso bruto ($Y_3$).
4. Ingreso bruto generado por hm^3 de agua (Y_4).
5. Ganancia (en USD$) producida por cada hm^3 de agua usada en el riego (Y_5).
6. Metros cúbicos de agua utilizados para producir USD$1 de utilidad bruta ($Y_6$).
7. Empleos generados por hm^3 (Y_7).
8. Horas de trabajo invertidas por ton (Y_8).
9. USD$ de ganancia a nivel regional por trabajador (Y_9).
10. USD$ de ganancia por hora invertida de trabajo (Y_{10}).
11. Punto de equilibrio "PE" (Y_{11}, en t ha^{-1}).
12. Vulnerabilidad crediticia (=Y_{12}, = RF/PE. Si Y12<1 el productor es vulnerable a que no se le de crédito: sí Y12 >1 es menos vulnerable, ya que al ser mayor su rendimiento físico que el punto de equilibrio, es factible se le de crédito productivo).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Indicadores de la huella hídrica verde en el cultivo de Café cereza (*Coffea arábiga*)

La variable Y_1 indica que en promedio a nivel estatal se requirieron un total de 11, 792 litros de agua de lluvia para producir un kilogramo de café cereza, mientras que en el DDR024 Motozintla, Chiapas fueron necesarios solamente 3,931 L kg^{-1}, lo que indica que el DDR Motozintla empleo un tercio del agua de lluvia que empleo el estado de Chiapas para producir la misma cantidad de café (Cuadro 1).

Visto de otra forma, la variable Y_2 indica que mientras a nivel estatal se produjeron 85grs por cada metro cubico de agua de lluvia, en el DDR Motozintla el indicador fue 254 g m^{-3}, lo que indica que el cultivo de café en Motozintla fue 3 veces más productivo al emplear el agua de lluvia (Cuadro 1). La variable Y_3, indica que para producir un dólar estadounidense de ingreso en Motozintla se utilizaron 12.2 m^3, cifra equivalente a casi una tercera parte (35%) de los 34.8 m^3 que en promedio se emplearon para el estado de Chiapas. Por otro lado la variable Y_4 indica que un hectómetro de agua a nivel estatal generó USD$32,952, mientras que el DDR Motozintla empleando esa misma cantidad de agua de lluvia generó USD$81,811 de ingreso bruto, lo que indica que Motozintla en términos económicos generó 148% más dólares por hectómetro de

agua de lluvia. Respecto de la utilidad que generó el cultivo se observó que a nivel estatal se obtuvo una perdida USD$17, 784, mientras que para el DDR Motozintla se obtuvo una utilidad positiva de USD$6, 638, lo que indica que en términos de utilidad el DDR Motozintla resulto más productivo que el promedio estatal (Y_5).

Cuadro 1: Indicadores de la *Huella Hídrica* verde a través de indicadores de eficiencia física (Y_1 y Y_2), económica (Y_3 a Y_6) y social (Y_7 aY_{12}) del agua de lluvia en el cultivo de café cereza (*Coffea arabica*) en el DDR Motozintla, Chiapas en 2014. Cifras en dólares norteamericanos.

Variable económica	A)Motozintla	B)Chiapas	A/B
Y_1 = Litros de agua por kilogramo	3.931	11.792	0,33
Y_2 = Gramos/m^3 de agua	254	85	3,00
Y_3 = m^3 de agua por USD$ de ingreso bruto	12,2	34,8	0,35
Y_4 =USD$ de Ingreso bruto hm^{-3}	$81.811	$32.952	2,48
Y_5 =USD$ de Utilidad bruta hm^{-3}	$6.638	-$17.484	-0,38
Y_6 = m^3 de agua por USD$ de utilidad bruta	150,7	-57,194	-2,63
Y_7 = Empleos generados por cada hm^3 de agua	26,5	16,3	1,63
Y_8 = Horas de trabajo invertidas por tonelada	240	443	0,54
Y_9 = USD$ de Ganancia a nivel regional por trabajador	$250	-$1.071	-0,23
Y_{10} = USD$ de Ganancia por hora	$0,11	-$0,47	-0,23
Y_{11} = Punto de Equilibrio (t ha^{-1})	3,335	3,163	1,05
Y_{12} = Vulnerabilidad crediticia	1,088	0,622	0,33
Vulnerabilidad crediticia si Y_{12} es menor de 1	Poco vulnerable	Vulnerable	

Fuente: Elaboración propia, con base en cifras del SIAP (2014) y de FIRA (2014).

La variable Y_6, indica la cantidad de agua de lluvia que se empleó para generar USD$1 de utilidad bruta, así se determinó que en el estado de Chiapas se emplearon 57,194m^3 para generar esa utilidad mientras que en DDR Motozintla se requirieron 150.7 m^3 por cada dólar de utilidad bruta. En cuanto a la productividad social del agua de lluvia se observa que en Chiapas se generaron un total de 16.3 empleos hm^{-3}, mientras que en Motozintla se generaron 26.5 empleos hm^{-3} (variable Y_7) asimismo se determinó que la productividad horaria en Motozintla fue 54% (240 h t^{-1}) mayor que la observada a nivel estatal de 443 h t^{-1} (Y_8). Por otro lado se determinó que la ganancia por trabajador (Y_9) fue de USD$240 en el DDR Motozintla, mientras que a nivel estatal se obtuvo una perdida por trabajador igual a USD$1,071, de tal forma que la ganancia por hora de trabajo en el caso de Motozintla fue de USD$0.11 h^{-1}, mientras a nivel estatal la ganancia por hora fue de –USD$0.47 h^{-1} (Y_{10}).

Finalmente bajo las mismas condiciones de cultivo, así como de mercado la cantidad mínima

que se requiere producir para tener una operación viable (punto de equilibrio) fue de 3.163 t ha^{-1} en Chiapas, y de 3.335 t ha^{-1} en Motozintla, por lo que tomando en consideración la producción en cada, se observa que solo Motozintla supera el punto de equilibrio con un rendimiento de 3.630 t ha^{-1}, mientras que el estado de Chiapas con sus 1.967 t ha^{-1} no logra cubrir el punto de equilibrio, por ello económicamente el estado de Chiapas como agregado de todos los municipios que producen café es vulnerable desde el punto de vista crediticio, mientras que Motozintla podría cubrir algún tipo de crédito para la producción más fácilmente.

CONCLUSIONES

El suministro de café cereza en México depende del aporte del agua de lluvia, observándose una gran variación entre los indicadores de productividad y eficiencia en el empleo de este recurso, lo que puede atribuirse a la variabilidad de las precipitaciones y las prácticas agrícolas que se desarrollan en cada región. En este sentido el Distrito de Desarrollo Rural 024 Motozintla, resultó más eficiente en el uso del agua de lluvia para la producción de café en relación a los promedios a nivel estatal. Por lo que el uso de técnicas de recolección de agua de lluvia podría reducir esta variación en las productividades del cultivo, lo que favorecería el rendimiento y las sostenibilidad del recurso en la región.

BIBLIOGRAFÍA

AMECAFE 2011. Plan Innovación en la Cafeticultura, México. Estrategia de innovación hacia la competitividad en la cafeticultora mexicana. México, DF. Noviembre del 2011. http://amecafe.org.mx/downloads/PLAN%20DE%20INNOVACION%20NACIONAL.pdf

Araus, J., L. 2004. The problems of sustainable water use in the Mediterranean and research requirements for agriculture. Annals of Applied Biology 144:259–272.

Boutraa, T., 2010. Growth performance and biomass partitioning of the desert shrub *Calotropis Procera* under water stress conditions. Res. J. Agric. Biol. Sci., 6: 20-26.

FIRA. 2013. Sistema de elaboración de Costos Agropecuarios en su Modulo Agrícola de FIRA. www.fira.gob.mx

Kijne, J.W., Barker, R., and D. Molden, 2003. Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunity for Improvement. CABI, Cambridge, UK.

Pasquale, S., Hsiao, T. C., and Y. E. Fereres. 2007. On the conservative behavior of biomass water productivity. Water productivity: Science and Practice. Irrig. Sci. 25:189–207.

SIAP. 2013. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Anuarios estadísticos de la producción agropecuaria. SAGARPA-SIAP. Disponible en: http://www.siap.gob.mx/ /(last acceded May 30, 2014).

INJERTO DE APROXIMACION EN MELON (*Cucumis melo* L.) SOBRE DOS PORTAINJERTOS DE CALABAZA BAJO CASA SOMBRA RUSTICA

[1]Adrian Fabela Zacarías, [1]Damian Aguilera Tapia, [1]Juan Cabrera Reyes, [1]Leticia Alfaro Hernández, [1]Natanhael Flores González, [2]Natividad Manuel Gómez Ochoa y [3]Haydee Torres Díaz

[1]Docente-Investigador del Instituto Tecnológico de Torreón. Email: fundamentos@live.com.mx [2]Alumno Tesista de la Carrera de Ingeniería en Agronomía del Instituto Tecnológico de Torreón [3]Docente-Investigador de la Brigada de Educación para el Desarrollo Rural N° 40

INTRODUCCION

México es el octavo productor mundial de melón (Espinoza *et al*., 2011), ya que se siembran aproximadamente 19 mil hectáreas del cultivo de melón (*Cucumis melo* L.). Tres de cada cuatro dólares que México obtiene por concepto de exportación de melón proviene de los Estados Unidos (Espinoza *et al*., 2011). Sin duda alguna Coahuila es el estado con mayor superficie sembrada bajo riego, con 4,678 hectáreas y 30.993 t ha^{-1} de rendimiento (SIAP, 2014). Por ende, este cultivo representa una fuerte derrama económica por el pago de jornales para su manejo, cosecha y empaque (Nava y García, 2008). En el cultivo de hortalizas, como defensa contra diversos problemas bióticos (enfermedades del suelo y nematodos) y abióticos (déficit hídrico, encharcamiento, temperaturas extremas, salinidad, etc.), se plantea la práctica del injerto en variedades con alto potencial productivo (Rojas y Riveros, 2001). Su empleo incrementa la tolerancia de las plantas a los nematodos y las enfermedades del suelo, incrementa la resistencia a la sequía y mejora la absorción de agua y nutrientes, cuyo resultado final es un mayor vigor en la planta, Francisco *et al*. (2008), favoreciendo con ello el desarrollo de la agricultura sustentable del futuro. A la par con el déficit de agua para riego por el que atraviesa el campo, el cultivo intensivo ha propiciado la presencia de enfermedades en los suelos agrícolas agravando la situación, considerándose por ello prioritario buscar nuevas técnicas de producción en el sector agrícola, siendo el uso del injerto una técnica innovadora en nuestro país (Francisco *et al*., 2008). Al considerarse la técnica de injerto una alternativa eficaz, se le ha reconocido en el ámbito agrícola regional por su efecto no contaminante. Debido a los buenos resultados que se han obtenido utilizando el injerto en las diferentes hortalizas, es empleado como medida alternativa al uso del bromuro de metilo en instalaciones de cultivo protegido (Leonardi y Romano*,* 2004). Según estudios realizados por Miguel *et al.* (2007), en algunos casos se ha detectado una falta de afinidad entre las variedades tradicionales de melón y los patrones habitualmente utilizados (cucúrbita máxima x cucurbita moschata). El principal objetivo de las plantas injertadas ha sido lograr el control de enfermedades provocadas por

organismos del suelo, tales como *Fusarium* sp., *Verticillium* sp. y *Pyrenochaeta* sp., haciendo uso de patrones tolerantes a dichos patógenos (Camacho y Tello, 2008; López *et al*., 2006). Este incremento en el vigor, que generalmente proporciona el patrón sobre la variedad, permite utilizar un menor número de plantas por unidad de superficie (Miguel *et al*., 2007). López *et al.* (2009), concluyeron que el número de hojas en las plantas injertadas varía con la técnica de injerto, obteniéndose un mayor número de hojas en el injerto de aproximación, independientemente del patrón utilizado. En este contexto, el uso del injerto representa una técnica alternativa en el país (López *et al*., 2006). El objetivo principal del presente trabajo fue evaluar la técnica de injerto en melón híbrido utilizando dos patrones de calabaza bajo condiciones de casa sombra rústica y su efecto en rendimiento y calidad.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo de investigación se realizó en el 2015 en una casa sobra rústica, ubicada en el ejido La Crisis del Mpio. de Matamoros Coah. en la Comarca Lagunera la cual se localiza en la parte central de la porción norte de los Estados Unidos Mexicanos. Se encuentra ubicada en los meridianos 102° 22´ y 104° 47´ longitud oeste, y los paralelos 24° 22´ y 26° 23´ latitud norte (SIAP, 2014). La altura media sobre el nivel del mar es de 1,139 msnm. Según la clasificación de Köeppen modificado por García (2004), el clima es seco desértico o estepario cálido con lluvias en el verano e invierno frescos. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar, con 3 tratamientos y 20 repeticiones. Se evaluó un híbrido de melón (Cruiser) sobre dos portainjertos de calabaza (Súper Shintosa y Cucúrbita Máxima), y el correspondiente testigo sin injertar. Cada unidad experimental estuvo constituida por 1 planta, para todo el experimento fueron 60 macetas. Los tratamientos se distribuyeron con Cruiser, combinado con los dos patrones de calabaza que nos generan 2 tratamientos más el testigo, por lo que se tienen 3 tratamientos, todo con el método de injerto de aproximación (Tabla 1).

Tabla 1. Tratamientos a evaluar en el cultivo de melón Híbrido Cruiser.

Tratamientos	Hibrido	Patrón o Portainjerto
Tratamiento 1	Cruiser	Súper Shintosa
Tratamiento 2	Cruiser	Cucúrbita Máxima
Tratamiento 3	Cruiser	Testigo Sin Injertar

La semilla de melón híbrido cruiser, fue sembrada el día 18 de febrero de 2015 en charolas de semillero de 200 cavidades, colocando una semilla por cavidad. La siembra de los portainjerto se llevó acabo el 27 de febrero. El injerto se realizó el día 12 de marzo de 2015, siguiendo la

técnica descrita por Camacho (2009). El trasplante fue el 28 de marzo del 2015, se utilizó como sustrato tierra de monte. El sistema de riego fue por goteo-cintilla. Mediante la técnica de fertirrigación se realizó la incorporación de los fertilizantes. Se evaluó peso de fruto, longitud de guía, diámetro polar y ecuatorial, Solidos Solubles Totales (Davis *et al*., 2008). En todos los casos, para la comparación de medias se usó la prueba de DMS al 5%. Las variables fueron analizadas estadísticamente mediante el programa PROC. GLM de SAS (SAS Institute, 2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cosecha. La cosecha del fruto se inició a los 69 días después del trasplante y no alcanzo a terminar su ciclo largo que es aproximadamente a los 130 días después del trasplante por los problemas que se presentaron. El problema que se tuvo con el sustrato fue que por la característica de ser muy arenoso no retiene humedad y no fueron suficientes los riegos que se aplicaronn y por otro lado como fue bajo el sistema de fertirrigacion (riego por goteo), por lo tanto tampoco los nutrientes estuvieron siendo aprovechados de forma óptima por el cultivo debido a que se infiltraban rápidamente, esto sucedió porque no se tuvo precaución en conocer las características del sustrato a utilizar antes de decidir su uso en el experimento. La cosecha se realizó cuando el melón estuvo completamente rallado y de un color amarillo, además de que el fruto es desprendido fácilmente del pedúnculo. Los cortes que se hicieron fueron dos debido a que se presentaron problemas con el suministro de agua y con el sustrato utilizado. En el cuadro 2 se presentan valores de parámetros de calidad y rendimiento donde se observan medidas bajas para diámetro polar y ecuatorial debido a que el fruto no alcanzo las medidas de tamaño normal. La concentración de SST (Solidos Solubles Totales) resulto aceptable para los tres tratamientos. El rendimiento en kilogramos por planta se presentó de la siguiente manera; T1 con portainjerto Súper Shintosa fue el mejor con 5.415, seguido por el T2 con portainjerto Cucúrbita Máxima con 4.702, y el de rendimiento más bajo fue el T3 testigo sin injertar con 3.815 kilogramos por planta aunque de manera general el melón no pudo desarrollar todo su potencial de producción. Los resultados del análisis estadístico de longitud de guía no reflejan respuesta estadística a los tratamientos involucrados en el ensayo de melón. El análisis estadístico de la variable número de frutos de melón no tuvo significancia estadística a los tratamientos evaluados. El análisis estadístico de la variable peso de fruto indica una respuesta altamente significativa a los tratamientos en evaluación. Se aplicó la prueba de Rango Múltiple DMS donde el mejor tratamiento resulto ser el T1 Súper Shintosa con un peso de fruto de 1.245 kilogramos, el siguiente fue el T2 con un peso de 1.147 kg por fruto, el T3 sin injertar fue el que tuvo menor peso por fruto con 0.942 kilogramos, tomando en cuenta hasta donde duro el

experimento. Respecto al contenido de azúcares, de los resultados obtenidos en las pruebas hechas para determinar los valores de la dulzura de los frutos en grados Brix de 5 melones por tratamiento se observaron valores de 13 unidades con la aplicación de injerto y de 11 sin injerto. Según Espinoza *et al.,* (2011) menciona que en la Región Lagunera se reporta una producción media de 21.69 toneladas por hectárea la cual podemos ver que obtenemos un aumento del 50 % o más con la aplicación de injertos, estos datos coinciden con (Silva *et al*., 2005) quienes mencionan que puede deberse al tipo de fruto, la variedad o por factores ambientales y genéticos que afectan sus características fundamentales. Puede cultivarse el melón de forma intensiva en un ciclo largo o bien dos ciclos cortos considerando la variedad adecuada para el ciclo (variedades de ciclo largo o corto), buscando la ventana de comercialización óptima. Mediante el sistema de producción en casa-sombra, es posible obtener rendimientos de hasta tres veces más por unidad de superficie y de calidad superior comparados con los obtenidos a cielo abierto, cuidando el control de plagas y enfermedades que puedan afectar el cultivo. Los resultados obtenidos indican que una planta injertada ofrece una mayor cantidad y calidad en los frutos, en comparación a los obtenidos con planta franca. El comportamiento del porta injerto Súper Shintosa, tuvo mejor prendimiento, un buen amarre de brotes de floración con mayores números de frutos de buen tamaño, forma y textura. Mientras que el comportamiento de Cucúrbita Máxima fue de menor producción, la forma, tamaño y textura del fruto es menor. Mientras que en el cultivo no injertado el porcentaje de prendimiento es menor el número de frutos es mínimo y el tamaño de frutos es chico. El mejor material de porta injerto es Súper Shintosa, con un buen amarre de frutos por planta; en seguida Cucúrbita Máxima, en el cultivo franco sin injertar el porcentaje es menor. El material de porta injerto Súper shintosa tuvo un promedio de 6 frutos/planta y el cultivo franco tuvo menor número de frutos, por lo tanto el mejor material de porta injerto es Súper Shintosa con mayor cantidad de frutos/planta. El testigo tuvo un promedio de 4 frutos por planta. También Super Shintosa fue mejor en peso de fruto y en kilogramos por planta que concuerda (Francisco et al, 2008).

Tabla 2. Parámetros de importancia en el hibrido cruiser con portainjertos.

Tratamientos	Diámetro Polar	Diámetro ecuatorial	Grados Brix	Kg/planta
T1.-Súper Shintosa	42	40	13	5.415a
T2.-Cucúrbita Máxima	41	39	12	4.702b
T3.-Testigo	39	38	11	3.815c

Valores numéricos seguidos de distinta letra denotan significación estadística para $p<0.05$

CONCLUSIONES

La producción en melón, es favorecida por Súper Shintosa (mayor peso por fruto y más rendimiento por planta). El mejor material de porta injerto fue Súper Shintosa, con mayor amarre de frutos por planta; en seguida Cucúrbita Máxima, en el cultivo franco sin injertar el porcentaje fue menor a T1. Súper Shintosa fue el mejor con 5.415 kg/planta. El injerto herbáceo en las cucurbitáceas posee potencialidades para ser empleado como alternativa al manejo de las principales enfermedades del suelo que afectan a este grupo de hortalizas, y así disminuir el uso de los productos químicos bajo condiciones de cultivo protegido, sin afectar los beneficios productivos de los cultivos. La técnica posee también potencial para ser utilizada en la mitigación de los cambios climáticos y aumentar la eficiencia de extracción de nutrientes del suelo. No se lograron los objetivos planteados para el experimento debido a los problemas que se presentaron por el tipo de sustrato que se utilizó e impidieron un buen desarrollo del mismo.

BIBLIOGRAFIA

Camacho, F. F. 2009. Técnicas de producción en cultivos protegidos. Caja Rural Intermediterránea, Cajamar. Plaza de Barcelona, 504006 Almería. 385 p. www.cajamar.es

Camacho, F. F. y Tello, M. 2008. Control de patógenos telúricos en cultivos hortícolas intensivos Ed. Agrotécnicas. Madrid, España.

Davis, A. R.; Perkins, V.; Hassell, R.; Levi, A.; King, S. R.; Zhang, X. 2008 Grafting effects on vegetable Quality. Hortscience. Vol. 43(6).

Espinoza, A. J. J. 2011. Posibilidades y Restricciones para la Exportación de Melón Cantaloupe Producido en el Municipio de Mapimí, Dgo., México al Mercado de los Estados Unidos. Revista Mexicana de Agronegocios. Quinta Época. Año XV. Volumen 28. pp. 593-604.

Francisco, I. M. X.; Camacho, F. F.; Tello, M. J. C. 2008. Proyecto de injerto en el cultivo de melón y sandía como alternativa al uso del bromuro de metilo en Sonora, México. SEMARNAT, ONUDI. Universidad de Almería, España. 52p

García, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen, adaptado para las condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geografía. UNAM. Quinta Edición Offset. Lario Ed. S.A. Serie de libros. 69 p.

Leonardi, C., Romano, D. D. 2004. Recent issues on vegetable grafting. Acta Hort. 631: 163-174. [Links]

López, P. L.; Strage, M.; Kalosbis, I.; Plocg, A. 2006. Diferencial responce of Mi gene resistant tomato rootstock to root-knot populations (*Meloidogyne incognita).* Crop Protection; 25:382-388.

Miguel, A.; De la F. Torre; C. Baixauli; J. V. Maroto; C. Jorda; M. López; J. García S. 2007. Injerto de Hortalizas.-1ed.España: Editorial Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación pp. 79-81.

Nava, P. R. J. y Garcia, S. J. A. 2008. Nutrición vegetal: cantidad requerida de nutrientes mayores (NPK) para melón (Cucumis melo) en. III Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal Yucatán. Memoria. Quintana, Roo, México. Pág. 134.

Rojas, I. y Riveros, F. 2001. Efecto del método y edad de las plántulas sobre el prendimiento y desarrollo de injertos de melón (*Cucumis melo*). Agricultura Técnica 61: 262-274. [Links]

SAS. 2012. SAS/STAT® User's Guide. Version 9.3. SAS, Institute Inc., Cary, NC, EEUU. Plant Soil 15: 134-154.

SIAP. 2014. (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). Cierre de la Producción Agrícola por Cultivo. http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/. Fecha de Consulta: Junio 2014.

Silva, N.D., S. Nascimiento, J. Francismar de Medeiros y M. Navarro Vásquez. 2005. "Calidad postcosecha de frutos de melon producidos sobre diferentes niveles de salinidad del suelo y manejo de la fertirrigación en invernadero". Ingeniería del agua, 2005, Vol 12, Num. 2.

MODELAJE DE LAS PROPIEDAES FÍSICAS DEL SUELO

Gregorio Briones Sánchez[2], Juan M. Covarrubias Ramírez[1*] y Víctor M. Parga Torres[1]

[1]C.E. Saltillo, INIFAP, [2]Depto. de Riego y Drenaje. UAAAN.
*covarrubias.juan@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Las propiedades físicas del suelo, de acuerdo a la FAO (2015), son las siguientes: a) La estructura del suelo, que afecta directamente la aireación, el movimiento del agua en el suelo, la conducción térmica, el crecimiento radicular y la resistencia a la erosión; b) La profundidad, que es el espesor del suelo donde desarrollan las raíces y se considera como profundidad efectiva de suelo; c) Las características del agua, que es el agua almacenada o que fluye en el suelo y que afecta la disponibilidad, la formación del suelo, su estructura, su estabilidad y la erosión. La disponibilidad de agua es el principal factor para satisfacer la demanda hídrica de las plantas; d) La textura, que es la proporción de componentes inorgánicos de diferentes formas y tamaños como arena, limo y arcilla; e) El color, se usa para distinguir las secuencias en un perfil del suelo, determinar el origen de materia parental, la presencia de materia orgánica, el estado de drenaje y la presencia de sales y carbonatos; f) La consistencia, que define la resistencia del suelo a la deformación o ruptura que pueden aplicar sobre él; g) La porosidad, es el espacio poroso del suelo que se refiere al porcentaje del volumen del suelo no ocupado por sólidos; h) La densidad, que se refiere al peso por volumen del suelo e i) El movimiento del agua en el suelo, que es debido a varios tipos de fuerzas como gravedad, ascenso capilar y osmosis.

Los modelos de las propiedades del suelo estructuran esquemáticamente las características que determinan e influencian el desarrollo y crecimiento de los cultivos y cuantifican la relación causa y efecto (Haverkort, 2007). En el riego presurizado no se considera el escurrimiento, porque es un sistema controlado y sólo la lluvia puede ocasionar esto, pero como es controlado por la lluvia efectiva, que bajo condiciones de climas semiáridos, como en el norte del país, su valor tiende a cero.

En el modelaje en la relación suelo-agua-planta-atmósfera, se toma como ejemplo el trabajo de Karmeli y Keller (1975) en riego por goteo, el concepto se aplica cuando se realiza el riego, se construye un gradiente de lámina aplicada (L_i) en un lateral prototipo (Figura 1). Como no conocemos el valor de la profundidad del riego en el suelo (Z_i), se utiliza la teoría del espejo para suponer que el agua que se aplica en la superficie por L_i es igual a Z_i.

El promedio de la lámina de riego en todos los emisores de la línea de riego (L_i), será similar al agua aplicada al suelo (Z_i), esta condición se presenta cuando se tiene la infiltración básica, y la

conductividad hidráulica y tortuosidad del suelo están en condiciones de saturación y son constantes, además se cumple con un tiempo de riego (Tr), para aplicar L_i porque si no es así, entonces no se cumple la condición del modelaje del movimiento del agua en el suelo (Ramírez, 1988).

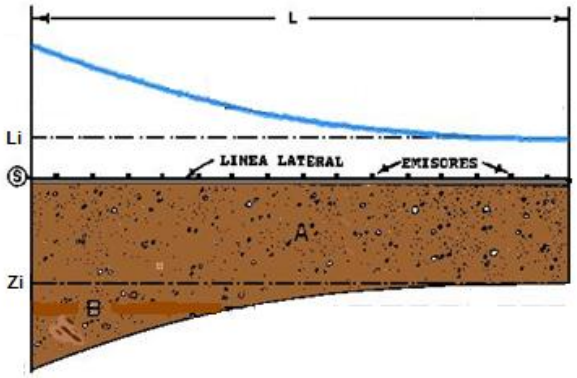


Figura 1. Lámina de riego aplicada a lo largo de un lateral y su efecto espejo para conocer el agua almacenada en la zona de raíces y la percolación.

La aplicación del agua de riego por goteo nunca será uniforme en la línea de riego y por lo cual se diseñó el concepto de uniformidad de riego que es la uniformidad de distribución (UD) del agua en el sistema, que involucra el tiempo de uso que tenga el sistema, la calidad del agua y la pendiente del terreno (Román *et al*., 2007), así el valor de A es la lámina de agua aplicada que se requiere cada día y B es la lámina de agua por percolación en el mismo día, con lo anterior se demuestra que al medir la UD, se determina la percolación y la eficiencia de aplicación del agua mediante modelaje (Covarrubias *et al*., 2006b).

Los anteriores conceptos son para determinar las propiedades del suelo y el objetivo del estudio es demostrar los trabajos realizados por los autores en modelaje sobre estas propiedades del suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los trabajos que se presentan son experimentos atípicos en terrenos de productores donde no se tienen la precisión de un campo experimental, ni laboratorio y ni auxiliares de investigación.

El primer caso es utilizando la fórmula de Karmeli y Keller (1975), para evaluar un sistema de riego por goteo:

Para realizar la evaluación se requiere de 16 recipientes con capacidad de 1.0 litro, una probeta graduada de 1000 mL, un cronómetro y un manómetro de reloj con glicerina y adaptador para

medir la presión en la línea de riego (LR), además de un formato para registro de datos y un croquis del sistema de riego.

La evaluación se realiza en LR de cada sección de riego (SR), al inicio, al 1er, 2do y 3er tercio de la SR, de igual manera en cada LR, al inicio al 1er, 2do y 3er tercio, en cada SR se realizan 16 mediciones volumétricas en los goteros.

Los volúmenes se ordenan de mayor a menor, se calcula el promedio y la desviación estándar de los volúmenes capturados en todos los emisores de la línea de riego y se analizan con el siguiente modelo:

$$U.D = \left(1 - \frac{s}{\bar{x}}\right) x \quad 100$$

Donde:
UD = Uniformidad de distribución del agua

$\bar{x}$ = promedio de las observaciones.

s = desviación estándar.

El segundo caso es el análisis de crecimiento de la raíz, utilizando el cálculo de los días grado de crecimiento (growth degree days por su definición en inglés, Wilson y Burnett, 1983), el modelo más efectivo para el cultivo de papa es el método gradual.

Para estimar los *Di* se utilizó el método gradual (Covarrubias *et al.*, 2009), el cual consiste en:

$$Di = Tx - K_1 \text{ si } Tx < K_2$$
$$Di = K_2 - K_1 \text{ si } Tx \geq K_2$$
$$Di = 0 \text{ si } Tx \leq K_1$$

Donde:
Di = Días grado de crecimiento.
Tx = Temperatura media (ºC).
K_1 = Temperatura límite inferior de crecimiento (ºC).
K_2 = Temperatura límite superior de crecimiento (ºC).

El crecimiento vertical de la raíz del cultivo de papa, se estimó midiendo el patrón de extracción del agua del suelo desde siembra hasta desvare, a diferentes días después de siembra (DDS). La humedad del suelo se midió cada cinco días en estratos de 15 y 30 cm utilizando tensiómetros en cada una de las cinco localidades (González y Hernández, 1999).

Con el sensor tipo tensiómetro se determinó la profundidad de crecimiento de la raíz por localidad cada cinco días y se estimó los días grado de crecimiento (*D*) con DDS y temperatura utilizando estaciones agroclimáticas y se evaluaron tres modelos lineal (LIN), cuadrático (CUA) y curvilíneos (NLIN).

El tercer caso es el análisis del Índice de Severidad de Sequía de Palmer (PDSI), para estimar el grado de sequía meteorológica (Palmer, 1965).

Este análisis considera un balance de agua en el suelo para estimar un parámetro denominado CAFEC (P^), el cual es el valor de la lámina de agua climáticamente apropiada para las condiciones existentes y con él se estima el PDSI.

A partir de la información agroclimáticas se obtiene la precipitación (PP), la Evapotranspiración potencial (ETP) y la Evapotranspiración de referencia (ETo) a nivel diario. El valor de Precipitación compilada CAFEC (P^), se estima a partir de las series históricas de ETP y ETo de los registros de cada una de las estaciones, para obtener un coeficiente mensual ($\alpha = \Sigma ETo/\Sigma ETP$); con el coeficiente y la ETP observada en el mes, se estima el coeficiente de CAFEC con la siguiente relación: $P\hat{} = \alpha$ x ETP observada en el mes.

El modelaje consiste en estimar con ETo, la curva de retención del agua en el suelo, para demostrar cómo el agua consumida por el cultivo tiene el mismo comportamiento que el agua retenida en el suelo.

Los modelos del estudio se analizaron con el paquete estadístico SAS ver 9.0, con los procedimientos REG, CORR y NLIN.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el primer caso en la evaluación de riego por goteo en una huerta con árboles de manzana, se evaluó una SR y los resultados se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Volumen capturado por gotero en una sección de riego (mL en 6 minutos).

POSICION DEL EMISOR POR LATERAL	POSICION LATERAL EN MANUFUL			
	1a	2a	3a	4a
	INICIO	1/3	2/3	FINAL
1a AL INICIO	430	445	460	468
2a A 1/3	430	450	465	470
3a A 2/3	430	450	465	475
4a AL FINAL	440	460	465	475

Al ordenar los valores de mayor a menor y graficando, obtenemos la lámina aplicada como litros por hora (LPH) en el riego por goteo en la SR (Figura 2).

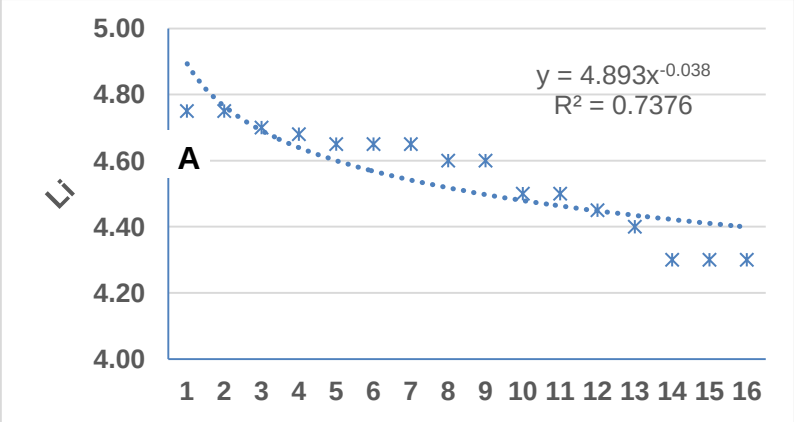


Figura 2. Lámina de riego aplicada (Li) en litros por hora en una sección de riego por goteo.

En la evaluación la LR máxima es de 4.75 LPH y la LR mínima es de 4.3 LPH y existe una desviación de 0.35 LPH, el gotero es de un gasto nominal de 4 LPH a 12 psi, y el sistema estuvo operando a 15 psi, por lo que, el gasto promedio fue 4.55 LPH.

El valor de Zi, estimado mediante modelaje se muestra en la figura 3, donde los valores mayores a -4.55, es el valor de A, que corresponde a la LR aplicada en el suelo y los valores menores a -4.55, es el valor de B, que representa la LR percolada que fue de 0.2 LPH.

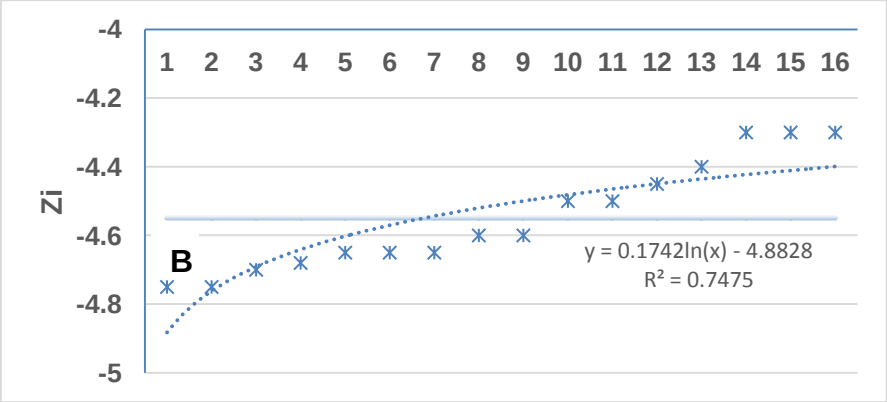


Figura 3. Lámina de riego percolada (Zi) en litros por hora en una sección de riego por goteo.

Cómo varios goteros estuvieron abajo del volumen promedio, se observa una área que no recibió el agua que se necesitaba según el volumen promedio, por lo cual, esto representa un déficit de riego.

El segundo caso, la papa se siembra a una profundidad de 150 mm y el tamaño del tubérculo semilla es promedio de 55 mm, el modelo inicia estimación del desarrollo a 230 mm, considerando que el tubérculo ya tiene brotes (Figura 4) (Covarrubias *et al*, 2006a).

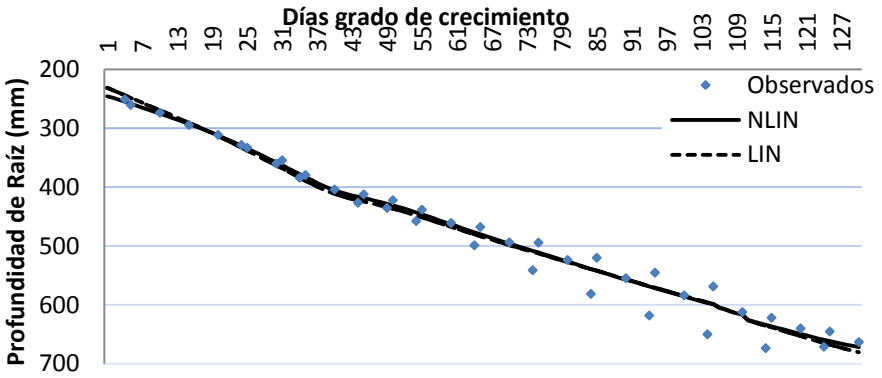


Figura 4. Desarrollo de raíz de papa estimado mediante días grado de crecimiento.

Los modelos evaluados fueron altamente significativos (Cuadro 2), por lo cual es indistinto utilizar cualquiera de ellos, pero el modelo NLIN es el que representa mejor el comportamiento de la raíz en función a la variación climática, característica de los modelos curvilíneos (Tijerina y Crespo, 2013).

Cuadro 2. Modelos de para estimar la profundidad de raíz mediante días grado de crecimiento.

Modelo	**Tipo**	**R^2**	**Significancia**
pr = 226.523+0.40948 *D*	LIN	0.9752	**
pr = 226.97564 + 0.40743 *D* + 0.00000174 D^2	CUA	0.9750	**
$pr = \frac{-0.051+4*0.755^{\left[-\frac{(D-1548.14)}{662.24}\right]}}{(1+1^{\left[-\frac{(D-1584.14)}{662.24}\right]})^2}$	NLIN	0.9786	**

El modelo NLIN cambia según se observa la acumulación de *D* y representa de una forma más fidedigna el crecimiento de raíz, que no es uniforme durante el desarrollo del cultivo y este modelo permite regar hasta la profundidad de raíz y evitar percolación.

El tercer caso, considera a ETo y su representación acumulada es un modelo potencial (figura 5), si realizamos el efecto espejo descrito anteriormente con la curva de retención del agua en el suelo con el mismo modelo y sólo cambia el signo de exponente (figura 6), podemos utilizar la información agroclimática de ETo que es un valor universal (Allen *et al*., 1998), para estimar la curva de retención del agua en el suelo y determinar la fuerza con que el suelo proporciona agua a las plantas.

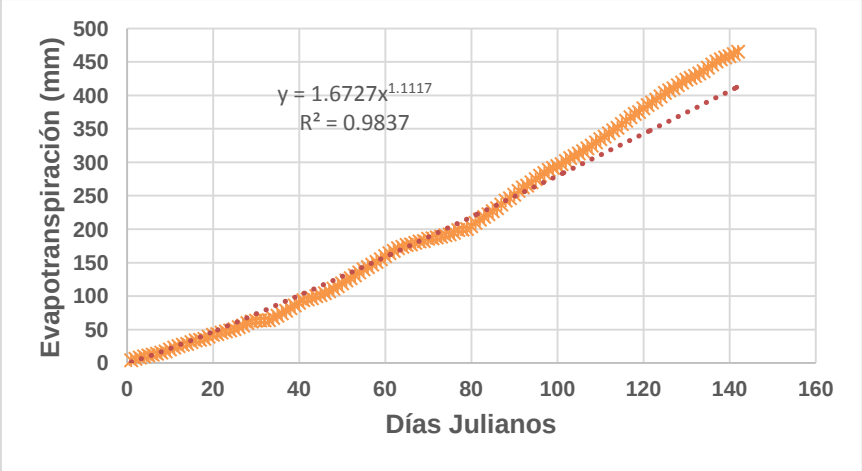


Figura 5. Evapotranspiración de referencia acumulada (ETo) durante el año.

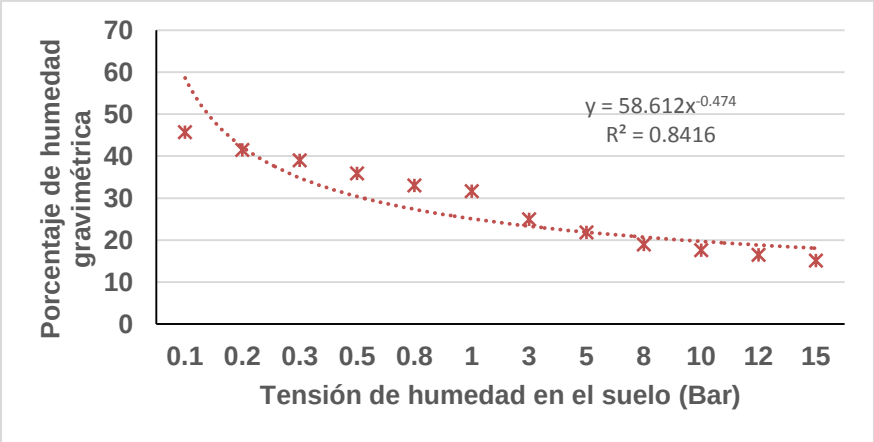


Figura 6. Curva de retención del agua en el suelo.

La utilidad de estos modelos en un programa se encuentra en la página http://clima.inifap.gob.mx/rclima/IndiceSequía, donde está un programa para determinar la sequía y en la figura 7 se muestran los valores del mes de Marzo de 2015, que se considera como la época de estiaje (González *et al*., 2013). En la figura 8, se muestra un cactus de clima árido con requerimientos máximos de 100 mm al año, establecida en el CE Saltillo, que de acuerdo a la figura 7, presenta sequía moderada y no extrema propia de los climas áridos, por lo que, su ubicación no es adecuada, a esto se conoce como una especie inducida en un ambiente que no es propicio de ella, porque para su adaptación requiere de agroquímicos.

Las especies vegetales deben de ser nativas de cada condición y no inducidas, porque para sostenerlas en una localidad que no es la adecuada para ellas, deben utilizarse productos que incrementan su costo y promueven la contaminación ambiental, así la producción no es sustentable.

Figura 7. Índice de Sequía del mes de Marzo de 2015

Figura 8.Cactus en el CE Saltillo.

CONCLUSIONES

Los tres casos de modelaje muestran su utilidad en la estimación de las propiedades del suelo, con lo que se demuestra que se pueden manejar modelos.

BIBLIOGRAFIA

Allen, R.G.; Pereira, L.; Raes, D. & Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. *Irrigation and Drainage Paper No. 56*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 290 p.

Covarrubias-Ramírez, J. M.**;** G. Briones S.; L. Rojas P. y J. J. Cortés B. 2006a. Programa de riego en tiempo real para el cultivo de la papa. *In*: Cortinas-Escobar, H. M. *et al.* (Eds.). Memoria de la Reunión Científica Agropecuaria y Forestal en Tamaulipas. SAGARPA-INIFAP-CIRNE, Campo Experimental Río Bravo. Río Bravo, Tamaulipas, México. p. 75. (Memoria Científica Nº 2). Poster.

Covarrubias-Ramírez, J. M.; F. J. Contreras de la R. e I. Sánchez C. 2006b. Como evaluar un sistema de riego por goteo en huertas de manzano. Desplegable Técnica Núm. 3. SAGARPA-INIFAP. Campo Experimental Saltillo. Saltillo, Coah., México. 2 p.

Covarrubias-Ramírez, J. M.; Á. E. Zúñiga C.; G. Briones S.; A. Zermeño G. y V. M. Parga T. 2009. Comparación de métodos para estimar días grado en el cultivo de papa mediante estaciones agroclimáticas automáticas. En*:* Zarate Lupercio, A. *et al*. (Eds). Memoria del Congreso binacional del Agua. COECyT-Coah. Saltillo, Coah. CD-ROM. 8 p.

Food and Agriculture Organization (FAO). 2015. Propiedades Físicas del Suelo. http://www.fao.org/soils-portal/levantamiento-de-suelos/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/ (Accessed in July 2015).

González M. A. y B. A. Hernández L. 1999. Medición del contenido y potencial del agua en los suelos bajo riego. Folleto informativo No. 1. CE Valle de Culiacán. CIRNO. INIFAP. Culiacán, Sinaloa. México.20 p.

González Z., I.; Covarrubias R., J. M.; Zermeño G., A.; Zarate L., A.; Parga T., V. M. y Sánchez Ch., J. D. 2013. Determinación de la sequía en tiempo real en Coahuila. *In*: Galindo M., M. G. *et al.* (eds).

Memoria XX Sociedad Latinoamericana de Percepción Remota. San Luis Potosí, S. L. P. ID99:1-6.

Haverkort, A. J. 2007. Potato crop modeling. The canon of potato science. Potato Research. 50: 399-402.

Karmeli, D. and J. Keller. 1975. Trickle irrigation design. Rain Bird Sprinkler Mfg Corporation. Glendora, Ca. 91740. USA. pp 48-54.

Palmer, W. C. 1965. Meteorological Drought. Research paper No. 45. Weather Bureau. U. S. Department of Commerce. Washington, D. C. USA. 58 p.

Ramírez H., P. 1988. Modelos de producción para trigo en función de la evapotranspiración en tres etapas fenológicas. Tesis maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. 96 p.

Román L., A.; M. A. Inzunza I.; S. F. Mendoza M.; E. A. Catalán V.; I. Sánchez C. y J. A. Montemayor T. 2007. Evaluación de sistemas de riego presurizados. Folleto científico No. 21. CENID-RASPA, INIFAP. Gómez Palacio, Dgo. 47 p.

Tijerina Ch., L. y Crespo P., G. 2013. Metodología para la estimación del requerimiento de riego en base a funciones de producción. En línea: www.cm.colpos.mx/meteoro/progde/agm/crieg2.doc (Consultado Noviembre de 2013).

Wilson, L. T. and W. W. Burnett.1983. Degree days: an aid in crops and pest management. California Agriculture, Jan-Feb. pp. 6-7.

EXTRACCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE RAÍCES EN EL SUELO POR MEDIO DE UNA SONDA CAPACITIVA FDR EN RIEGO POR GOTEO CON MANZANO

Juan M. Covarrubias Ramírez[1*], Víctor M. Parga Torres[1] y Juan D. Sánchez Chaparro[1]

[1]C.E. Saltillo, INIFAP.*covarrubias.juan@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de agua para el riego de los cultivos en la zona norte del país es cada vez menor, esto debido a que el agua se utiliza para fines industriales, para el suministro a la creciente población en las zonas urbanas, a un abatimiento de los acuíferos y actualmente a la falta de lluvias debido al cambio climático global (Covarrubias *et al*., 2006).

El momento del riego y la lámina que se aplica dependen de las características fisicoquímicas del terreno y de la etapa del cultivo con un sistema radicular que extraiga el agua para su consumo. Los cultivos de sistema radicular superficial requieren riegos más frecuentes que aquellos cuyas raíces son más profundas (Del-Real-Laborde *et al.*, 1990). En consecuencia las condiciones del suelo que dificultan el crecimiento de las raíces influyen de la misma forma en los programas de riego.

Sólo una pequeña cantidad de agua se encuentra en la rizósfera y mediante la transpiración se crea un sistema de flujo que forma un *continuum* para el consumo del agua por la planta (Maib *et al*., 1996). Para que esto suceda, ocurren dos situaciones en el suelo: a) Movimiento capilar del agua en el suelo hacia la rizósfera y b) crecimiento de las raíces en el suelo con agua.

Cuando se inicia el proceso de absorción, el agua es absorbida de los poros por las raíces lo que provoca que disminuya el contenido de agua en los poros y el agua que queda sea retenida con mayor fuerza por el potencial mátrico del suelo. Con lo cual, inicia el movimiento subterráneo de agua de mayor a menor concentración, este movimiento está dado por los gradientes de tensión del agua en el suelo y del arreglo y tamaño de poros que ambos determinan la conductividad hidráulica del suelo (Childers *et al.,* 1995).

El uso extensivo de sistemas de riego por goteo con alta frecuencia de aplicación modifica el patrón de crecimiento del sistema radicular de los cultivos, así como la absorción hídrica de la planta, debido a las diferencias en que el agua se distribuye a través del perfil del suelo (Bryla, 2004).

El monitoreo del contenido de agua disponible del suelo es básico para programar el riego, debido a la variabilidad en la respuesta de las plantas, los patrones de humedad, profundidad del suelo y exploración de las raíces en sistemas de riego de alta frecuencia (Girona, 2002).

El sensor tipo sonda capacitiva FDR (por su significado en inglés de Frequency Domain Reflectometry) ha tenido su auge en la década de los 90's (Evett, 2000). La sonda consiste en un par de electrodos separados por un plástico dieléctrico, los electrodos, superior e inferior y el separador plástico están dentro de un cilindro que ajusta firmemente dentro de un tubo de plástico. El circuito de resonancia LC (L=inductancia, C=capacitancia) del sensor está ensamblado en el tubo de acceso al suelo; el tubo de acceso, más el aire del espacio entre el sensor y el tubo de acceso, es uno de los elementos de la capacitividad del FDR.

Los cambios en la frecuencia de la resonancia del circuito dependen de los cambios en la capacitancia del sistema del tubo de acceso al suelo. La diferencia entre la frecuencia de resonancia del sensor en el tubo de acceso y la línea base de la frecuencia de resonancia, que se mide con el sensor de aire, es el valor que se reporta para relacionarlo con el contenido de agua en el suelo (Dean, 1987).

Se debe tener cuidado al centrar el sensor de capacitancia en el tubo de acceso porque debe haber un espacio mínimo entre el sensor y el tubo. La instalación del tubo de acceso debe realizarse de tal cuidado que deben eliminarse los huecos de aire entre el tubo y el suelo, para minimizar disturbar el suelo. Cambio en la capacitancia en el sistema del tubo de acceso al suelo con el FDR son inducidos por los cambios en el contenido de agua, temperatura, densidad aparente y macroporosidad, pero el contenido de agua es el que tiene mayor influencia en los cambios de capacitancia debido a la alta permitividad que es de 80, mucho más alta que la de los minerales del suelo de 3 a 5 o del aire de 1 (Bell, 1987).

Los sensores de capacitancia son afectados por la salinidad, el voltaje o frecuencia y el factor de calibración es realizado en condiciones sin salinidad, porque la calibración bajo estas condiciones pocas veces es lineal. Los FDR han dado excelentes resultados pero debe contarse con personal técnico especializado para la calibración, la instalación en condiciones superiores a capacidad de campo, así como interpretación y transmisión de datos; para una buena calibración las lecturas del sensor deben realizarse a una corta distancia de percepción y en suelo no disturbado.

Los anteriores conceptos son para para determinar el crecimiento de raíces y su patrón de extracción de agua para incrementar la eficiencia en el uso del agua por el manzano y el objetivo del estudio fue evaluar el patrón de extracción de agua en el manzano mediante la distribución de raíces en el cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la localidad de Jamé, municipio de Arteaga, Coahuila, México. Dicha localidad se localiza en la parte sureste del estado de Coahuila, dentro de la zona montañosa que forma parte de la Sierra Madre Oriental. Las coordenadas geográficas son latitud 25º 20' 10" N, longitud 100º 36' 48" W y una altura de 2534 msnm.

La huerta tiene árboles establecidos de la variedad Golden Vigas, injertados en el patrón MM 111, de 15 años de edad y de 2.5 metros de altura promedio. El marco de plantación es de 3.0 m de espaciamiento entre árboles y 4.0 m entre hileras.

Los árboles se riegan con un sistema por goteo, con emisores a cada metro y un gasto de aplicación de 1.95 LPH. Los riegos se aplican cada tercer día, con 8 h/día (que corresponde a una lámina de agua de 5.2 mm) de Marzo a Septiembre de 2013.

El contenido de agua en el suelo se midió con dos sondas de reflectometría en el dominio de las frecuencias o capacitancia tipo FDR, colocadas dentro de un tubo de PVC instalado a 0.30 m del tronco del árbol sobre la línea de riego y entre hileras de árboles (Figura 1).

La sonda consta de 9 sensores capacitivos ubicados a 0.10, 0.20, 0.30, 0.40, 0.50, 0.60, 0.70, 0.80 y 0.90 m de profundidad donde se concentra el 90 % del sistema radicular para formar media cuadrícula de 0.30 x 0.30 m alrededor del tronco del árbol. El sensor está conectado a un sistema de almacenamiento de datos, que registra medidas cada 1200 segundos (20 minutos).

Figura 1. Sensores FDR sobre la línea de riego y entre hileras de árboles

Con los datos obtenidos con el método FDR se calcula la lámina consumida de la siguiente manera:

La lámina de agua inicial y final se obtiene con las siguientes relaciones:

$$Li = \theta wi * \rho b * prof. \quad (1)$$

$$Lif = \theta wf * \rho b * prof. \quad (2)$$

Dónde:

θwi es el contenido de agua del día anterior (g/g) en el perfil del suelo,

θwf es el contenido de agua (g/g) al momento del muestreo.

ρb es la densidad bruta en el perfil del suelo (g cm^{-3}).

Prof. es as la profundidad del perfil del suelo (mm).

Y para calcular la lámina de agua en el suelo (L_{H2O}) se utilizó el siguiente modelo:

$$L_{H_2O} = [Li - Lif] = (\theta wi - \theta wf) * \rho b * prof. \quad (3)$$

Con los valores de lámina de agua se determina la distribución y extracción por el cultivo del 15 de marzo al 30 de septiembre como ciclo de producción del manzano.

Para la estimación del consumo de agua por el cultivo (ET) se utilizó la variable ETo que es la evapotranspiración de referencia. Para determinar ETo se utilizó el modelo de FAO - Penman y Monteith descrito por Allen *et al*. (2005); este valor se encuentra en la información disponible a través de internet en la estación La Rosita dentro de la red de clima del INIFAP en la página (http://clima.inifap.gob.mx/redinifap/estaciones.aspx). El valor de ET se obtiene de la ETo diaria y el coeficiente de desarrollo del cultivo (kc) de manzano para el riego. Donde kc =0.05129 + 0.01176D - $0.00003016D^2$+$0.000000000995762D^3$, R^2 = 0.98**, y D son los días del año (Covarrubias y Vázquez, 2014).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestran las propiedades del suelo de los estratos de 0 a 0.3, 0.3 a 0.6 y 0.6 a 0.9 m; la textura del perfil de suelo es migajón arcilloso con 31% de arcilla.

Cuadro 1. Propiedades físicas del suelo del sitio de estudio. Jamé, Arteaga, Coah.

ESTRATOS	Densidad bruta (gr/cm^3)	Textura	Capacidad de campo (%)	Marchitez permanente (%)	Porosidad (%)	Lámina de agua Aprovechable (mm/m)
0.0 – 0.3 m	1.42	Migajón arcilloso	30.45	18.21	48	174
0.3 – 0.6 m	1.51		30.54	16.67	45	209
0.6 – 0.9 m	1.52		30.90	18.79	45	184

En el Cuadro 2 se muestra la lámina de agua extraída por el manzano, lámina aplicada por el riego, las aportaciones por precipitación observada y ET. Los valores indican que el manejo del agua en la huerta de manzano fue adecuado, ya que la suma de la lluvia más las láminas de agua por riego y extracción durante el ciclo de producción del manzano (Marzo a Septiembre) fue sólo 0.2 mm mayor que la lámina total de agua por ET durante el mismo ciclo (Zermeño-González *et al*., 2010).

En Marzo el agua aplicada es mayor que ET, porque el cultivo estuvo en dormancia y se requiere que se lleve el perfil del suelo a capacidad de campo y cumplir el efecto del riego que es suministrar el agua que consume el árbol. La distribución de la lluvia no es uniforme durante el ciclo de producción del manzano, ya que en Julio y Septiembre se acumuló el 66.51 % de la precipitación, ocasionando un exceso de agua en estos meses y un déficit en los otros; el exceso provoca saturación del perfil del suelo y ahogamiento de las raíces induciendo enfermedades radiculares como *Phytophthora cactorum* (Starr, 2005).

Cuadro 2. Efecto del riego y la lluvia con la tasa de evapotranspiración (ET) en manzano.

Mes	Riego	Lluvia	Agua extraída	ET
	mm	mm	mm	mm
Marzo	31.8	33.8	65.7	52.3
Abril	67.6	0.6	68.2	113.4
Mayo	67.6	24.4	92.0	146.9
Junio	67.6	50.4	118.0	146.0
Julio	36.4	107.2	143.6	88.4
Agosto	65.0	39.0	104.0	135.7
Septiembre	54.6	146.0	200.6	109.3
	390.6	401.4	792.1	791.9

Puppo y García (2010) compararon los datos de extracción de una huerta de durazno obtenido con un lisímetro volumétrico, contra la ET estimada con el método FAO Penman Monteith; los

resultados mostraron que con el método FAO Penman Monteith se puede obtener el consumo diario de agua de los árboles de la huerta. Sin embargo, el consumo de agua estimado con este método puede ser sobreestimado cuando se utilizan valores de Kc de manuales o tablas (Mestas, 2011); en cambio, los obtenidos mediante la relación ET/ETo, bajo condiciones de campo en terrenos de agricultores son más exactos (Covarrubias y Vázquez, 2014).

La distribución del agua a 0.30 m del tronco del árbol sobre la línea de riego y entre hileras de árboles se muestra en la Figura 2. Los porcentajes de distribución son similares porque de 0 a 0.3 m se extrae el 49 % del agua del suelo por las raíces del manzano, de 0.3 a 0.6 m el 36 % y de 0.6 a 0.9 m el 15 %.

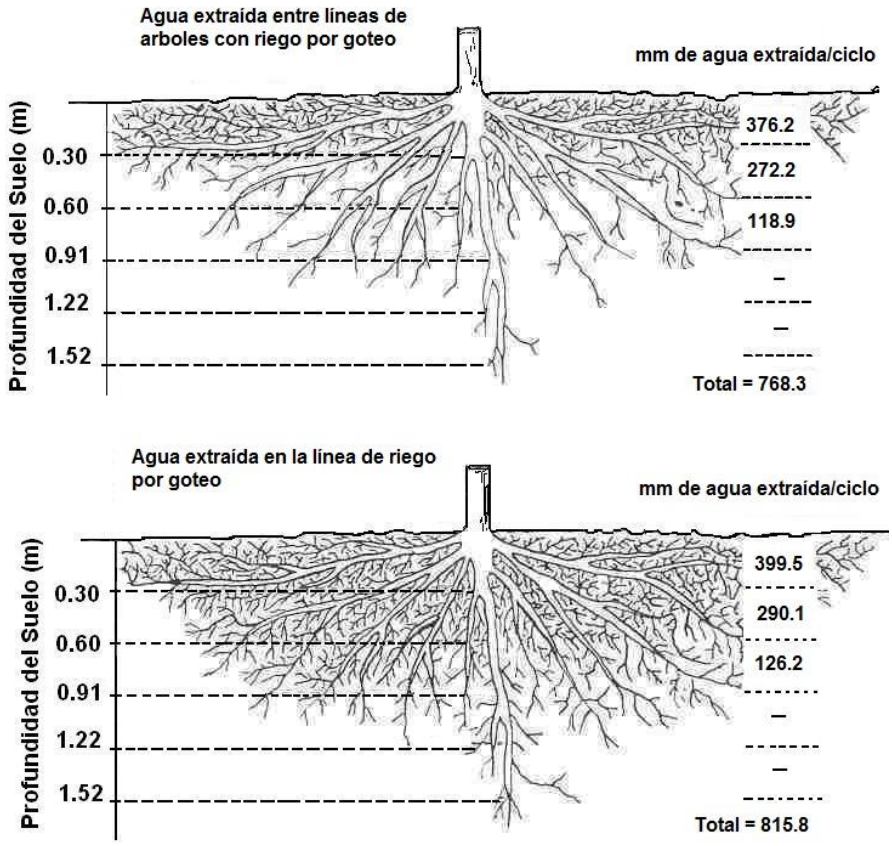


Figura 2. Extracción de agua y distribución teórica de raíces en manzano mediante riego por goteo.

La extracción de agua por el cultivo de manzano es mayor por 47.5 mm sobre la línea de riego respecto a la línea entre árboles; con esto se indica la mayor densidad de área de absorción de agua en la línea de goteros y la diferencia se debe a que las raíces del manzano se guían hacia el agua y según va disminuyendo el contenido éstas reducen su distribución y densidad lo que

modifica el patrón de extracción del agua en forma horizontal entre hileras y vertical en la línea de goteo sobre la superficie y en la profundidad del suelo, debido al sistema de riego por goteo (Bowen y Rovira, 1999).

Las raíces del manzano deben cumplir las siguientes funciones: a) Anclaje, b) Absorción mineral, c) Síntesis de ciertas hormonas y d) Tamaño de raíz que afecta el tamaño del árbol y el espaciamiento entre ellos (Brady y Weil, 1999). La absorción de agua y nutrientes en la rizósfera debido a que el árbol de manzano tiene un sistema radicular formado por raíz principal o de extensión, raíz lateral o adventicia y raíces de absorción; ésta última es una raíz superficial (0-0.3 m), por lo cual, la zona de absorción de agua y nutrientes en árboles con crecimiento estándar está de 0 a 0.6 m donde se tiene el 85% de la extracción del agua (Havlin *et al*., 1999) en el cultivo de manzano en la Sierra de Arteaga, Coahuila.

El uso del FDR, para determinar la extracción de agua y la distribución de raíces es una herramienta útil en la investigación para demostrar que el consumo del agua en el suelo es similar a lo estimado mediante el clima.

CONCLUSIONES

El riego por goteo modifica el patrón de extracción de agua en el cultivo de manzano. La distribución de raíces indica el patrón de extracción de agua y la distribución de raíces es mayor en la línea de goteo respecto a la línea entre árboles.

El manzano es un cultivo perenne que cambia su consumo de agua de acuerdo a la edad del árbol.

La sonda FDR permite medir la extracción de agua, la distribución de raíces y genera las bases para estimar el consumo de agua mediante el clima.

BIBLIOGRAFIA

Allen, R.G.; Walter, A.; Elliott, R.; Howell, T.; Itenfisu D. and Jensen, M. 2005. The standardized reference evapotranspiration equation. Environmental and Water Resources. Institute of the American Society of Civil Engineers. ASCE. 70 p.

Bell, J. P. 1987. Soil moisture measurement by an improved capacitance technique: Part II. Sensor design and performance. J. Hydrol. 93:79-90.

Bowen, G. D. and A. D. Rovira. 1999. The rhizosphere and its management to improve plant growth. Advances in Agronomy 66:1-102.

Brady, N. C. and R. R. Weil. 1999. The nature and properties of soils. 11th ed. MacMillan publishing, New York, NY. pp. 263-277.

Bryla, D. 2004. Trials find drip irrigation most efficient for peach trees. Agricultural Research Initiative. California State University. Fresno, Ca. USA. 4 p.

Childers, N. F.; J. R. Morris and G. S. Sibbett. 1995. Modern fruit science. Horticultural publications. Gainesville, Florida.U. S. A. 632 p.

Covarrubias-Ramírez, J. M.**;** G. Briones S.; L. Rojas P. y J. J. Cortés B. 2006. Programa de riego en tiempo real para el cultivo de la papa. *In*: Cortinas-Escobar, H. M. *et al.* (Eds.). Memoria de la Reunión Científica Agropecuaria y Forestal en Tamaulipas. SAGARPA-INIFAP-CIRNE, Campo

Experimental Río Bravo. Río Bravo, Tamaulipas, México. p. 75. (memoria Científica Nº 2). Poster.

Covarrubias-Ramírez, J. M. y J. A. Vázquez R. 2014. Guía de fertirrigación y nutrición del manzano en Coahuila y Nuevo León. C.E. Saltillo-CIRNE-INIFAP. Folleto Técnico No. MX-0-310391-28-03-15-09-60. 77 p.

Del-Real-Laborde, J. I.; J. L. Anderson and S. D. Seeley. 1990. An apple tree dormancy model for subtropical conditions. ActaHort.276: 183-191.

Dean, T. J. 1987. Soil moisture measurement by an improved capacitance technique: Part I. Sensor design and performance. J. Hydrol. 93:67-78.

Evett, S. R. 2000. Some aspects of time domain reflectometry, neutron ascattering and capacitance methods for soil water content measurerement. *In*: Comparison of soil water measurement using the neutron scattering, time domain reflectometry and capacitance methods. IAEA-TECDOC-1137. International Atomic Energy Agency. Vienna, Austria. pp: 5-49.

Girona, G. J. 2002. Requerimientos hídricos del manzano: manejo y programación del riego. *In:* Simposio internacional sobre el manzano y frutales de clima templado. CD-ROM. Memoria Num. 8. Cd. Cuauhtémoc, Chih. 10 p.

Havlin J.L.; J.D. Beaton; S. L. Tisdale and W.L. Nelson. 1999. Soil fertility and fertilizers. 6th ed. Prentice Hall, Inc. New Jersey, U.S.A. 499 p.

Maib, M. K.; P. A. Andrews; G. A. Lang and K. Mullinix. 1996. Tree fruit physiology: Growth and development. Good Fruit Grower, Yakima, Washington. U.S.A. 165 p.

Mestas V, R. 2011. Régimen hídrico del suelo y evapotranspiración en áreas agrícolas y forestales. Tesis doctoral. Universidad de La Coruña. España. 203 p.

Puppo, L. e García, P. M. 2010. Determinação do consumo de água por lisímetro de pêssego. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. 14(1): 25-31.

Starr, G.C. 2005.Assessing temporal stability and spatial variability of soil water patterns with implications for precision water management. Agriculture Water Management 72 (3): 223-243.

Zermeño-González, A.; Flores-Guerrero y J. A., Munguía-López, J. P. 2010. Evapotranspiración y su relación con la evapotranspiración a equilibrio en una huerta de nogal pecanero (*Carya illinoinensis*) del Norte de México. Agrociencia 44(8): 885-893.

LA CAPACITACIÓN RURAL Y EL EXTENSIONISMO AGROPECUARIO EN EL ESTADO DE DURANGO

Juan Leonardo Rocha Valdez[1], Rafael Ávila Cisneros[1]; Leder de Jesus Rodrigo Bautista Victoriano[1]

UAAAN-UL[1], leonardo_rv@ hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El crecimiento mundial ha registrado una desaceleración y el desempleo va en aumento presentando un total acumulado de 197 millones de personas sin empleo en 2012, se espera que para 2013 se llegue a 202 millones y para 2014 alcance hasta 205 millones de personas sin empleo de acuerdo con la Organización Internacional del Trabajo.

Según Basurto y Escalante (2013). Mencionan que la disminución del mercado interno en las economías de América Latina origino un rezago en el consumo de productos agrícolas, y una pérdida de ingresos a los productores, limitando el poder de financiamiento. Por ejemplo, en el caso de Costa Rica en los últimos 5 años ocupo el cuarto lugar al aporte del PIB con 9.5%. En Colombia la producción del sector agropecuario aporta el 10 % del PIB. En Argentina, Brasil y Costa Rica disminuyeron el PIB a 15.7%, 4.6% y 2.5% respectivamente. Ante los efectos diferenciados provocados por la crisis internacional, sobre el sector agropecuario en diversas economías de América Latina y el Caribe, los gobiernos aplicaron políticas económicas sectoriales basadas en conservar el empleo agropecuario y así evitar una precarización del mismo, reducir efectos negativos en la producción, proteger el nivel de ingreso de las poblaciones rurales entre otras medidas.

García y Omaña establecen que de acuerdo a reportes de la Secretaria de Trabajo y Previsión Social desde 1994, el desempleo de mano de obra en las zonas rurales del país es uno de los problemas más agudos que enfrenta el sector agropecuario de México, reportando una tasa de subutilización de fuerza de trabajo en el medio rural alrededor del 35%.

Existen indicadores de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo 2010 que permiten apreciar la desocupación abierta en México, como se observa el cuadro 1 que muestra la tasa de ocupación parcial y desocupación, que considera en el cálculo como desocupadas a las personas que no tuvieron ninguna actividad o que si la tuvieron no fue más de 15 horas durante la semana de referencia. Del año 2000 a 2010, la población desocupada más la parcialmente ocupada pasó de 7.2 a 12% de la Población Económicamente Activa (PEA). Esto significa que en 2012, 5.5 millones de personas estuvieron desempleadas o bien trabajaron menos de 15 horas a la semana.

Cuadro 1: Tasa de desocupación, ocupación parcial y subocupación.

AÑO	DESOCUPACION	OCUPACION PARCIAL Y DESOCUPACION	SUBOCUPACION
2004	3.9	9.5	7.7
2005	3.6	9.4	7.5
2006	3.6	9.4	6.9
2007	3.7	10.1	7.2
2008	4.0	10.2	6.9
2009	5.5	11.7	9.2
2010	5.4	11.9	8.9

Fuente: INEGI, Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo, 2010

Por otra parte las tasa de desempleo más alta se encuentran en los niveles educativos mas altos y estas han aumentado en años recientes. De igual forma, la distribución de desocupados según grado de instrucción revela que son mayoría aquellos con mayores niveles de escolaridad y que su porcentaje de participación se ha incrementado en los últimos años.

Cuadro 2: Tasa de desempleo según nivel educativo

	2007	2008	2009	2010
Sin instrucción	1.6	1.8	2.8	2.1
Primaria	2.3	2.9	4.0	3.6
Secundaria	3.9	4.0	6.0	5.7
Media superior	4.5	4.8	7.0	6.7
Superior	4.0	3.9	5.3	5.5

Fuente : INEGI, Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo,2010

Suponiendo que el nivel de instrucción de la mano de obra refleja el nivel de capacitación y que sean las empresas las que absorben la mano de obra más calificada, resulta extraño que la desocupación sea mayor a mayor nivel de capacitación. Es esta variable la que de acuerdo con los planes de gobierno debería ser considerada como punto de partida para el logro de éxitos en la productividad agropecuaria, dado que con un nivel de educación superior se debe tener mejor asimilación de los programas de capacitación y/ o extensionismo rural, en esta parte se incluye el programa nacional de concurrencia donde los grupos ejidales generan proyectos

productivos que son evaluados por las dependencias federales los cuales dictaminan la viabilidad de los mismos y por consiguiente se les asigna un techo financiero para la implementación del mismo, además se les asigna un Prestador de Servicios Profesionales (PSP) de acuerdo con el programa institucional INCA Rural 2014-2018, quien se encargara de la capacitación técnica y asesoría para el desarrollo del proyecto para con los beneficiarios del grupo ejidal y de esta manera con este tipo de programas se intenta abatir el desempleo rural antes mencionado, mediante una capacitación rural técnica, organizativa y de gestión de los ejidatarios. Por consiguiente la presente investigación tiene como objetivo general: Determinar si la capacitación rural tiene influencia en el proceso productivo agropecuario en el estado de Durango. Además de analizar a la capacitación rural en el estado de Durango desde la perspectiva de los beneficiarios de los prestadores de servicios profesionales en el apartado especifico, por consiguiente se establece como hipótesis de investigación si el servicio que proporcionan los Prestadores de Servicios Profesionales incrementa la producción agropecuaria en el estado de Durango

.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización geográfica:

La superficie del estado de Durango es de 123,181 m2, lo que representa el 6.3% de la superficie total del país. Limita al norte con Chihuahua, al este con Coahuila de Zaragoza y Zacatecas, y al sur con Nayarit y al oeste con Sinaloa.

Localización de la investigación.

El trabajo de investigación se realizó mediante la aplicación de un instrumento de medición en diversas comunidades rurales del estado Durango, usuarias del servicio de Prestadores de Servicios profesionales (PSP) indistintamente de ser consideradas como beneficiarias de los prestadores de servicio social (PSS), entre las que destacan Peñón Blanco, San Pedro Tenerapa, Canatlán, Ocampo, Hidalgo, Santa María del Oro, Rodeo, Nazas, San Pedro del Gallo, Mapimí y Gómez Palacio Durango, lo anterior con la finalidad de recopilar la información necesaria que permita observar las condiciones reales de la capacitación rural.

Diseño Experimental.

De acuerdo con Hernández (2008). Se considera una investigación no experimental transeccional descriptiva, que permita recolectar y evaluar datos en un solo momento o ciclo y que pueda ser evaluado estadísticamente. Se consideró una población aproximada de 300

usuarios del servicio de PSP y PSS, mismos que invariablemente pudieran ser beneficiarios agrícolas, beneficiarios pecuarios o en su caso agroindustrias que requieren del apoyo de la capacitación y/o extensionismo como un vehículo para el incremento de la producción. Para el proceso de la selección del tamaño de la muestra se calculó a partir del procedimiento no probabilístico considerando un resultado de 80 beneficiarios o usuarios.

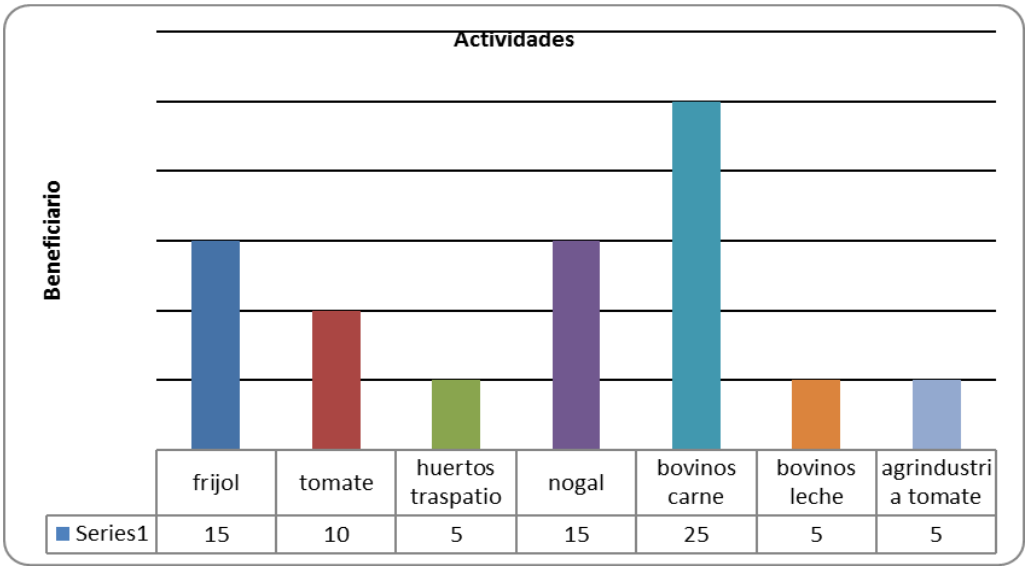
Metodología

De acuerdo con las reglas de operación del programa de fondos de concurrencia y el cual se encuentra vinculado con el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018,el cual por medio del programa nacional de cruzada contra el hambre reconoce que “el campo es un sector estratégico, a causa de su potencial para reducir la pobreza e incidir sobre el desarrollo regional”, y que “la capitalización del sector debe ser fortalecida” por lo que los recursos gubernamentales destinados al sector agropecuario, pesquero y acuícola deberán de ser utilizados de una manera más eficiente para atender la problemática en la que está inmerso el sector, en virtud de que los productores enfrentan limitantes por bajos niveles de inversión, productividad y falta de estrategias para la agregación de valor en sus unidades económicas para las actividades primarias

En consideración a los programas antes mencionados se procedió a levantar encuestas entre la muestra al azar de los beneficiarios de fondos de concurrencia en el estado de Durango sin considerar el giro o sector beneficiado, es decir pudieran ser del sector agrícola, ganadero y/o agroindustria.

De acuerdo con la muestra estadística obtenida se visitó a las diferentes comunidades agrícolas, mismas que por procedimiento técnico son previstas de un Prestador de Servicios Profesionales (PSP) o en su caso de un grupo de Prestadores de Servicios Sociales (PSS).

RESULTADOS



Las actividades que realizan los beneficiarios que resultaron seleccionados al azar , muestra la diversidad de las actividades productivas que se encuentran insertadas dentro de un programa de gobierno y no es excluisvo a actividades agricolas, y/o pecuarias; al considerar el grado de escolaridad en los beneficiarios indica como se ha incrementado este nivel ya que anteriormente el grado de escolaridad de la gente de campo oscilaba escazamente en el nivel de primaria, en la actualidad el comportamiento indica un nivel de secundaria terminada lo cual favorece a la aceptacion de nuevas tecnologias en los procesos de capacitacion.

Una queja en forma reiterada es la del escazo financiamiento, donde los benficiarios consideran que los programas de financiamiento del gobierno son demasiados burocraticos para la asignacion de los recursos economicos, lo anterior seguido del excesivo intermediarismo al momento de comercializar las cosechas.

Una respuesta contundente es la aceptacion de la capacitacion debido a que los beneficarios consideran de mucha importancia el recibir capacitacion en forma permanente de tal forma que puedan tener acceso a nuevas formas de produccion donde se vean favorecidos en los procesos productivos

En la fase de produccion se considera que fue de muy buena utilidad la capacitacion recibida, y que esperan en algunos casos como la actividad ganadera se vea reflejados en las utilidades de produccion del siguiente año, considerando que los procesos productivos y reproductivos en la industria ganadera normalmente se reflejan en el siguiente ciclo.

Por otra parte a diferencia de los ciclos propios de la ganadería y los ciclos de cultivo anuales, en su gran mayoría consideran muy a destiempo el proceso de capacitación dado que prácticamente la reciben en la parte final del ciclo de primavera –verano y la utilizan prácticamente para la fase de cosecha y comercialización, motivo por el cual los beneficiarios sugieren una capacitación continua anual.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los objetivos planteados en la investigación y analizando la respuesta emitida por los beneficiarios se concluye que definitivamente existe una alto nivel de aceptación de la capacitación que proporcionan los PSP, donde consideran que se influye en forma considerable en la producción por la aceptación de nuevas tecnologías asi como la capacitación productiva y organizacional de los grupos ejidales. Por lo tanto la hipótesis planteada se acepta al considerar la influencia de los prestadores de servicios con los resultados productivos.

También es necesario mencionar que el programa de fondos concurrentes establecido en el gobierno federal por medio de la SAGARPA es considerado como bueno de acuerdo a la percepción del beneficiario, pero se considera que deberían considerar algunas adecuaciones de orden administrativo para que sea más eficiente, entre las que destacan menos burocratismos el proceso de asignación de proyectos y recursos económicos. Se debe considerar que el productor recibe con buena aceptación los procesos de capacitación rural que proporcionan los PSP, pero sugiere modificaciones en las fechas de asignación del técnico ya que en la actualidad el PSP fue asignado a destiempo y considerando que los procesos productivos se realizan durante todo el año, ellos proponen que así mismo se les asigne el técnico para poder eficientar los procesos productivos a partir de recibir capacitaciones en todas las etapas del ciclo productivo. También mencionan los productores que en algunos casos no se obtienen los resultados esperados porque los técnicos visitan muy pocas veces a los productores y no le dan seguimiento continuo a los proyectos; aunado a la inestabilidad laboral de los PSPs no permite planear a largo plazo.

Considerando que el nuevo entorno global demanda incrementar el acceso de los productores a los avances y cambios tecnológicos, a la difusión de la innovación, a las nuevas políticas agroalimentarias de inversión en el sector, pero sobre todo y como principio básico al desarrollo de capacidades de la población rural. Por lo que los productores demandan que la investigación que se realiza en las universidades y los campos experimentales esté vinculada con la problemática del campo y sea enfocada a la solución de problemas del sector agropecuario. Y es necesario se les considere como una parte importante en los procesos de innovación de

tecnología, de tal forma que la innovación o tecnología de punta sea puesta en práctica en forma permanente dentro del sector y sea el mismo beneficiario quien perciba los cambios productivos.

Una característica que no debe pasar desapercibida es el nivel de escolaridad de los beneficiarios, el cual se ha incrementado en forma gradual, situación que beneficia a los productores y facilita a los PSP en la formación o capacitación de nuevos cuadros productivos, así como la aceptación de transferencia de tecnología y asimilación de paquetes tecnológicos y administrativos antes las diversas dependencias federales o estatales. Lo cual puede ser utilizado como un área de oportunidad, debido a que anteriormente el productor agropecuario solo consideraba a la solución a sus problemas económicos el hecho de que existía un elevado nivel de dependencia de los créditos y subsidios del gobierno en el proceso productivo agropecuario, en la actualidad al tener un mayor grado de educación deberá tener más acceso a la información y por consiguiente podrá observar otras formas de producción que permitan elevar la producción y por consiguiente el desarrollo personal, familiar y de la comunidad que habita.

Así mismo los resultados establecen que en su mayoría son propietarios ya sea ejidales y particulares lo que genera un mayor compromiso al momento de establecer nuevos proyectos productivos propiciando una estabilidad la tenencia de la tierra , lo que genera una mayor pertinencia en la apropiación de nueva tecnología.

BIBLIOGRAFIA

Basurto H. S., y Escalante S.R., Impacto de la crisis en el sector agropecuario en México,(2013). Economia UNAM vol.9 num. 25 pp.51-72

Garcia S.J. y Omaña S.J (2001) Fuentes de Crecimiento del empleo en el sector agrícola del norte. Frontera Norte Vol. 13, Núm. 25 Enero-Junio 2001.

Hdz Sampieri . Metodologia de la investigacion.McGraw Hill.2008México

Organización Internacional del Trabajo. Tendencias mundiales del empleo 2013

Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. http://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5299465

PROGRAMA Institucional del INCA Rural 2014-2018. http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5384243&fecha =04/03/2015

www.inego.org.mx/inegi/contenidos

CONTENIDOS DE PROTEINA Y FIBRA DEL NOPAL FORRAJERO FERMENTADO EN ESTADO SOLIDO CON LA LEVADURA *Kluyveromyces marxianus*

Jonathan N Rubio Valdez[1], Manuel Murillo Ortz[2], Esperanza Herrera Torres*[2], Osvaldo Reyes Estrada[2], Jay D Carrillo Herrera[1]

[1]Alumnos de la Maestría Institucional en Ciencias Agropecuarias y Forestales de la UJED. [2]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, *hetoes99@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

En las regiones áridas y semiáridas del norte de México la disponibilidad de forraje depende de la prevalencia de precipitaciones pluviales. De hecho en estas regiones, los animales en libre pastoreo disponen de periodos cortos de buena alimentación (90 a 120 días). Este periodo se ha reducido debido a las sequias recurrentes de los últimos 4 años. Una de las prácticas cotidianas que prevalecen entre los productores-ganaderos de estas regiones, es la suplementación alimenticia del ganado sobre todo en épocas de escases de forraje. Sin embargo, la suplementación del ganado y particularmente la proteica eleva los costos de producción, puesto que la proteína es el nutriente suplementario más caro. Debido a esto en los últimos años se han desarrollado estudios tendientes a evaluar hojas de árboles y arbustos como potenciales suplementos para el ganado en libre pastoreo y que de alguna manera pueden reducir los costos de producción (Rodríguez *et al*., 2014). En este escenario el nopal nativo o cultivado representa una buena alternativa como suplemento para el ganado en apacentamiento, además de que es altamente adaptable a condiciones de sequía (Akanni *et al*., 2015). Nutricionalmente el nopal posee contenidos aceptables de azúcares, minerales, calcio, hierro y vitamina A, pero su contenido de proteína es reducido. Recientemente la fermentación en estado sólido ha emergido como una herramienta biotecnológica eficaz para mejorar la calidad nutritiva de sustratos como el nopal (Díaz *et al*., 2012). Actualmente, los principales microorganismos empleados en la fermentación en estado sólido son las levaduras como de la especie de *Kluyveromyces* que utilizan principalmente glucosa como sustrato. En nuestro país son pocos los trabajos que se han desarrollado sobre el uso de las levaduras en el proceso de fermentación en estado sólido para mejorar el valor nutricio de sustratos que comúnmente son utilizados en la alimentación animal. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento del contenido de proteína y de la fracción de nopal forrajero fermentado en estado sólido con la levadura *K. marxianus*.

MATERIAL Y MÉTODOS

-Área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en los laboratorios de posgrado e investigación de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango y del Instituto Tecnológico de Durango.

-**Obtención de nopal**

Las muestras de nopal forrajero(variedad AV6) se obtuvieron en una nopalera perteneciente al rancho Santa Cruz del Aguaje ubicado en el km 17.5 de la Carretera Durango-Mezquital a 24º 28´ N, 104º 40´ W, y 1890 msnm con temperatura media anual de 17.5 ºC y precipitación media de 550 mm (INEGI, 2012).

-Activación de la levadura

En placas Petri con agar GPY (Dextrosa, peptona extracto de levadura y agar en concentración de 2%, 2%, 1% y 5% respectivamente) se sembró por estría una alícuota de cultivo puro de *K. marxianus* (ITD00262) y se incubó por 48 h a 29 °C.

-Propagación de la levadura

De las placas con *K. marxianus* se tomó una colonia y se inoculó en caldo GPY esterilizado (Dextrosa, peptona y extracto de levadura en concentración de 2%, 2%, 1% respectivamente) con un pH de 4.8 a 28 °C por 12 h y 120 rpm en una incubadora con agitación (Frazier and Westhoff, 1998).

-Cantidad de inoculo para iniciar la fermentación

La cantidad de inoculo necesario para iniciar la fermentación se determinó mediante el conteo de células en una cámara de newbauer (Herrera *et al.,* 2014) y que corresponde a $1x10^8$cel de K. marxianus ml^{-1}.

-Fermentación del nopal

Se utilizaron 250 g de nopal forrajero picado en pequeños cubos de aproximadamente $1cm^3$ y fueron introducidos en matraces de 500 ml (por triplicado para cada tiempo de fermentación) (T1). También, en matraces se introdujeron 250 g de nopal y un inoculo de *K. marxianus* los cuales se mezclaron vigorosamente para homogenizar el medio y favorecer el contacto celular

con la matriz sólida. Los matraces que contenían el nopal del T1 y T2 se incubaron a 29°C (Herrera *et al.,* 2014), por 144 h.

Después de concluido el tiempo de fermentación, las muestras de nopal fermentado se secaron en una estufa de aire forzado a 55 °C por 48 h y se molieron en un molino Wiley con una malla de 2 mm. Se determinó el contenido de proteína cruda (AOAC, 1990) y fibra detergente neutro (FDN), celulosa (CEL), hemicelulosa (HCEL) mediante la metodología propuesta por Van Soest *et al* (1991).

-Análisis Estadístico.

La información obtenida se analizó mediante un diseño completamente al azar con el procedimiento GLM de SAS (2003).

-Resultados

Para los contenidos PC, FDN, CEL y HCEl se observaron diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 1, P< 0.05). La adición de *K. marxianus* incrementó 119 % el contenido de PC del nopal, mientras que, la FDN disminuyó 69.9 %.

Cuadro 1. Efecto del tratamiento en la composición química del nopal fermentado

(%)	Sin levadura	Con levadura	EEM
Proteína Cruda	5.58[b]	12.27[a]	0.06
Fibra Detergente Neutro	77.28 [a]	45.47[b]	3.47
Celulosa	41.44[a]	30.36[b]	0.99
Hemicelulosa	19.79 [a]	16.33 [b]	3.18

[abcd]letras diferentes en las hileras son iguales (P<0.05)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El incremento en el contenido de PC observado en el nopal fermentado con *K. marxianus* podría explicarse de acuerdo con Pandey *et al*. (2001) quienes comentan que la concentración de proteína puede ser resultado de la medición indirecta del crecimiento microbiano en los procesos de fermentación en estado sólido, ya que los microorganismos que se establecen en el sistema transforman el nitrógeno no proteico en nitrógeno proteico. En un estudio similar, Díaz *et al*. (2012) registró 19.36% de PC en nopal fermentado con *K. lactis*, urea y minerales, este valor es mayor al del presente estudio. De igual manera, Herrera *et al*. (2014) registró 13 %

de PC en nopal fermentado con *K. marxianus* a las 96 h y Akani et al. (2014) obtuvieron 18 % de PC en nopal hidrolizado y fermentado con esta misma levadura.

Los contenidos de FDN, CEL y HCEL disminuyeron con la adición de *K. marxianus*. Esta disminución podría atribuirse a la acción sinérgica de la levadura y hongos para producir enzimas celulolíticas capaces de degradar los carbohidratos estructurales. Estas enzimas degradan la pared celular, liberando glucosa disponible para que se lleve a cabo el proceso de fermentación en estado sólido (Stricker *et al.,* 2008) y proveer energía suficiente a estos microorganismos (Himmel, 2007). Existe no existe información de estas variables en nopal fermentado; sin embargo, de acuerdo a las concentraciones obtenidas en la FDN, celulosa y hemicelulosa, el nopal fermentado puede ser considerado como un alimento de buena calidad, porque los carbohidratos estructurales están disponibles para los microorganismos de los rumiantes.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados de este trabajo se puede concluir que el proceso de FES es una biotecnología que permite mejorar la calidad nutritiva del nopal y que este a su vez, este puede ser empleado en la alimentación del ganado por sus características nutricionales, ya que puede favorecer el desempeño productivo de los animales.

BIBLIOGRAFÍA

Akanni, G.B., du Preez., J.C, Steyn, and G. K. Stephanus. 2015. Protein enrichment of an *Opuntia ficus-indica* cladode hydrolysate by cultivation of *Candida utilis* and *Kluyveromyces marxianus. J.* Sci. Food Agric. 95:1094-1102.

AOAC. 1994. Ofcial Methods Of Analysis. Vol Ii 16th Edition. Association of oficial Analytical Chemists International. Gaithersburg, Maryland. Chapter 32:24-32.

Araujo, L.F., N.M. Nunes, A. Perazzo, L. Conrado, and F.L.H. Da Silva. 2005. Protein enrichment of cactus pear (Opuntia ficus indica mil) using Sacharomyces cereviseae in solid state fermentation. Braz. Archiv. Biol. Technol.. No. Especial 48:161-168.

Díaz, P.D., C.M. Rodríguez, P.F.Mancillas, O. Ruíz, S.M. Mena, F.T. Salvador and M-L. Duran.. 2012. Fermentación *in vitro* de nopal forrajero con un inoculo de levadura *Kluyveromyces lactis* obtenida a partir de manzana de desecho. REDVET. 13:1:1-7.

Frazier, W.C. and D.C. Westhoff. 1998. Food Microbiology. 4th Ed. Tata mcgraw Hill Inc. New York.

Herrera, E., M. Murillo, L. Berumen, J. Páez and G. Villarreal. 2014. Efecto de Sacharomyces Cerevisiae Y kluyveromices marxianus Durante el Tiempo de Fermentación en la Calidad Nutritiva del Nopal Forrajero. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios. 1(1):33-40,2014.

Himmel, M.E., S.Y. Ding, D. Johnson, W.S. Adney, M.R. Nimlos, J.W. Brady and T. D. Foust .2007. Biomass recalcitrance: engineering plants and enzymes for biofuels production. Science. 315:804-807.

Pandey, A., C.R. Soccol, J.A. Rodriguez-Leon and P. Nigam. 2001. Solid-State Fermentationin Biotechnology: Fundamentals and Applications. (Ed.), Asiatech Publishers, New Delhi.

Rodríguez, P., H. Bernal, M.A.Cerrillo, H. González, A. S. Juárez, M. Guerrero, R.G. Ramírez. 2014. Leaf Litter as a food resource for range livestock. J. Anim. Plants. Sci. 24:1629-1635.

SAS. 2003. Statistical Analysis Systems user´s guide (Release 9.1): SAS Inst, Inc., Cary, North Carolina, USA.

Stricker, A.R, R.L. Mach, L.H. de Graaff. 2008. Regulation of transcription of cellulases- and hemicellulases-encoding genes in *Aspergillusniger* and *Hypocreajecorina* (*Trichodermareesei*). Appl. Microbiol. Biotechnol. 78:211-220.

Van Soest, P. J., J.B. Robertson and B.A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy. Sci.: 74(1): 3583-3597.

EFECTIVIDAD BIOLOGICA DE KANOPUS SC (azoxystrobin+tebuconazole) CONTRA VIRUELA *Puccinia cacabata* Arth y Holw EN ALGODONERO EN CHIHUAHUA. 2014.

José Luis Aldaba Meza[(*1)], María de la Luz Durón Terrazas[(2)]

[(1)]Campo Experimental Delicias, INIFAP. Km 2 Carretera Delicias-Rosales. A.P 81. C.P 33000. Cd. Delicias, Chihuahua. e-mail: aldaba.jose@inifap.gob.mx. [(2)]CETIS 87 Km 4.5 Carretera Delicias-Rosetilla. C.P. 33000. CD. Delicias, Chihuahua.

INTRODUCCION.

El cultivo del algodonero, el de nogal y el de alfalfa, constituyen el grupo de cultivos mayormente sembrados en el estado de chihuahua.

En el caso del algodonero, la enfermedad conocida como “viruela del algodonero” es considerada como la más importante, de comportamiento endémico, y es causada por el hongo *Puccinia cacabata*., el cual pasa de 10 a 11 meses en zacates del género *Bouteloua* spp.y de uno o dos meses en especies de algodón tanto cultivado como silvestre (Blank, et al, 1965).

El hongo pasa el invierno como teliosporas, las cuales germinan con la humedad de las lluvias de verano, produciendo un promicelio, en donde se localizan cuatro basidiosporas las que son arrastradas por el viento y al entrar en contacto con el tejido tierno del algodonero, germinan y penetran directamente en él (Blank *et al.*, 1965). La germinación de la teliosporas aumenta al exponerlas a humedad relativa superior a 90% (Blank L.M., and C.R. Leathers, 1962; Duffield, P.C. 1958).

Una vez atacada la planta del algodonero, manifiesta sintomatología en pústulas que van desde 0.5 mm hasta 10.0 mm de diámetro, causando reducciones de rendimiento entre 40 y 90% dependiendo del grado de infestación.

El presente estudio tiene como objetivos: evaluar la eficacia biológica de diferentes dosis del fungicida Kanopus SC sobre viruela en algodonero comparado con un testigo sin aplicar y con el testigo comercial Mancozeb 80, así como su posible efecto fitotóxico sobre algodonero.

MATERIALES Y METODOS

Localización del sitio experimental.

El estudio se realizó en el lote comercial propiedad del agricultor cooperante Sr Alberto Friessen en el municipio de Buenaventura, Chihuahua.

Información técnica del producto evaluado.

El producto Kanopus SC contiene tebuconazole a 22% equivalente a 240 gia l^{-1} y azoxystrobin a 11% equivalente a 120 gia l^{-1}. Tebuconazole es un triazol con actividad preventiva, curativa y erradicante con actividad sistémica y de contacto mientras que azoxystrobin es una estrobilurina con actividad preventiva y curativa de contacto, ambos eficaces en el control de enfermedades de origen fúngico.

Diseño experimental.

Se usó el diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, donde cada unidad experimental (parcela) constó de 4 (cuatro) surcos de 10m de largo separados a 0.8m, mientras que la parcela útil se formó por los dos surcos centrales eliminando 1m en cada extremo.

Tratamientos.

Los tratamientos que se aplicaron se enlistan en el cuadro 1.

Aplicación de tratamientos.

Se realizó una aplicación al follaje el 15 de agosto de 2014, con una aspersora de mochila motorizada, con un volumen de 250 litros de agua por hectárea.

Cuadro 1. Tratamientos y dosis a evaluar en el Estudio de efectividad biológica de Kanopus SC (azoxystrobin+tebuconazole) contra viruela *Puccinia cacabata* Arth y Holw en algodonero en chihuahua. 2014.

ɛntos	ɔsis (gia ha^{-1})	Dosis (pf ha^{-1})
o Absoluto	0.0	0.000
COZEB 80 PH	1,600.0	2.000
OPUS SC	36.0+72.0	0.300
OPUS SC	48.0+96.0	0.400
OPUS SC	60.0+120.0	0.500

gia = gramos de ingrediente activo lpf = litros de producto formulado kgpf =kilogramos de producto formulado

Evaluaciones y parámetros a evaluar.

Periodicidad de las evaluaciones.

Se realizó una evaluación antes de la aplicación de los tratamientos y tres evaluaciones más a los 7, 14 y 21 días después de la aplicación.

Porcentaje de eficacia.

Para su estimación, en cada muestreo se determinó el número de pústulas por hoja y el número de hojas infectadas por planta, revisando 10 hojas en cada una de 4 plantas seleccionadas al azar en cada parcela útil. Con estos datos se calculó el porcentaje de eficacia de los tratamientos aplicando la metodología sugerida por Abbott, la cual se describe a continuación:

% de eficacia = [(A-B)/A] 100

donde:

A = número de hojas infectadas en la parcela testigo después de haber aplicado el resto de los tratamientos.

B = número de hojas infectadas en la parcela tratada después de haber aplicado el tratamiento

Severidad del daño.

Para su determinación, en cada muestreo se definió visualmente el daño mediante el uso de la escala 0-5:

0= 0%de daño
1= De 1 hasta 5% de daño
2= De 6 hasta 15% de daño
3= De 16 hasta 25% de daño
4= De 26% hasta 50% de daño
5= Más del 50% de daño

Fitotoxicidad al cultivo: La posible fitotoxicidad al cultivo se evaluó a los 7 días después de la aplicación utilizando la escala EWRS descrita en el cuadro 2.

Análisis de datos.

A todas las variables medidas se les realizó el análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de Tukey con $\propto$=0.05.

Cuadro 2. Escala de puntuación propuesta por la EWRS para evaluar fitotoxicidad al cultivo

VALOR	EFECTO SOBRE EL CULTIVO	% DE FITOTOXICIDAD AL CULTIVO
1	Sin efecto	0.0
2	Síntomas muy ligeros	1.0 – 3.5
3	Síntomas ligeros	3.5 – 7.0
4	Síntomas que no se reflejan en rendimiento	7.0 - 12.5
LIMITE DE ACEPTABILIDAD		
5	Daño medio	12.5 - 20.0
6	Daños elevados	20.0 - 30.0
7	Daños muy elevados	30.0 - 50.0
8	Daños severos	50.0 - 99.0
9	Muerte completa	99.0 - 100.0

RESULTADOS Y DISCUSIÒN

Pústulas por hoja y porcentaje de eficacia de los tratamientos.

Antes de la aplicación de los tratamientos no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para la variable Pústulas por Hoja (cuadro 3); sin embargo a los

7 DDA se observan diferencias altamente significativas debido tanto a las nuevas pústulas aparecidas en el testigo sin aplicar, como a el efecto de los tratamientos químicos aplicados, sobresaliendo las tres dosis de Kanopus SC evaluadas.

A los 14 DDA se observa un ligero incremento en las pústulas del testigo absoluto y se tiene la máxima expresión de eficacia del testigo comercial Mancozeb 80PH, el cual logra alcanzar el 66.2% de eficacia, resultando estadísticamente igual que las tres dosis de Kanopus SC; sin embargo, a los 21 DDA se reduce la eficacia de Mancozeb 80PH y sobresalen las dosis de 48.0+96.0 y 60.0+120.0 gia ha^{-1} de Kanopus SC logrando 99.7 y 100% de eficacia respectivamente (cuadro 3).

Cuadro 3. Pústulas por hoja (PUS) y porcentaje de eficacia (EFI) en cada tratamiento evaluado en el Estudio de efectividad biológica de Kanopus SC (azoxystrobin+tebuconazole) contra viruela *Puccinia cacabata* Arth y Holw en algodonero en chihuahua. 2014.

	Dosis	0 DDA	7 DDA		14 DDA		21 DDA	
ntos	gia ha^{-1}	PUS	PUS	EFI	PUS	EFI	PUS	EFI
Absoluto	0.0	4.98	6.00 a	----	7.70 a	---	10.84 a	---
ZEB 80 PH	600.0	4.96	2.31 b	61.5	2.60 b	66.2	5.96 b	45.1
US SC	0+72.0	5.12	0.32 c	94.7	3.08 b	60.0	4.01 b	63.0
US SC	0+96.0	4.73	0.25 c	95.8	0.10 b	98.7	0.03 c	99.7
US SC	+120.0	4.72	0.09 c	98.5	0.03 b	99.6	0.00 c	100.0
	Pr>f	0.3659	<.0001		<.0001		<.0001	
	C.V.	6.5	37.9		58.9		37.5	

Hojas por planta infectadas y porcentaje de eficacia de los tratamientos.

No se detectaron diferencias estadísticas significativas en la variable hojas por planta infectadas antes de la aplicación (cuadro 4); sin embargo, a los 7 DDA se observan diferencias altamente significativas, sobresaliendo nuevamente las tres dosis de Kanopus SC.

A los 14 días después de la aplicación todos los tratamientos resultan estadísticamente iguales; sin embargo, a los 21 DDA se despegan notoriamente las dosis de48.0+96.0 y 60.0+120.0 gia ha^{-1} de Kanopus SC, con porcentajes de eficacia de 97.9 y 100% respectivamente.

Cuadro 4. Hojas por planta infectadas (HOJ) y porcentaje de eficacia (EFI) en cada tratamiento evaluado en el Estudio de efectividad biológica de Kanopus SC (azoxystrobin+tebuconazole) contra viruela *Puccinia cacabata* Arth y Holw en algodonero en chihuahua. 2014.

	Dosis	0 DDA	7 DDA		14 DDA		21 DDA	
tos	gia ha^{-1}	HOJ	HOJ	EFI	HOJ	EFI	HOJ	EFI
bsoluto	0.0	7.23	6.83 a	----	7.70 a	---	10.84 a	---
EB 80 PH	600.0	7.23	5.70 a	16.5	2.60 b	22.7	5.96 b	-1.04
S SC	0+72.0	7.08	2.08 b	69.6	3.08 b	28.4	4.01 b	25.0
S SC	0+96.0	7.03	1.73 b	74.7	0.10 b	89.1	0.03 c	97.9
S SC	+120.0	6.93	0.65 b	94.6	0.03 b	96.6	0.00 c	100.0
	Pr>f	0.5048	<.0001		<.0001		<.0001	
	C.V.	3.92	25.09		58.94		37.52	

Severidad del daño.

No se detectaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para la variable Severidad del Daño antes de la aplicación de los tratamientos (cuadro 5).

Cuadro 5. Severidad del daño en cada tratamiento evaluado en el Estudio de efectividad biológica de Kanopus SC (azoxystrobin+tebuconazole) contra viruela *Puccinia cacabata* Arth y Holw en algodonero en chihuahua. 2014.

	Dosis	0 DDA	7 DDA		14 DDA		21 DDA	
Tratamientos	gia ha^{-1}	SEV	SEV	EFI	SEV	EFI	SEV	EFI
Testigo Absoluto	0.0	4.83	5.00 a	----	5.00 a	---	5.00 a	---
MANCOZEB 80 PH	600.0	4.73	3.28 b	34.4	2.85 a	43.0	4.88 a	2.4
KANOPUS SC	0+72.0	4.78	1.28 c	74.4	2.70 ab	46.0	3.25 a	35.0
KANOPUS SC	0+96.0	4.85	0.98 c	80.4	0.45 bc	91.0	0.13 b	97.4
KANOPUS SC	+120.0	4.70	0.58 c	88.4	0.20 c	96.0	0.00 b	100.0
	Pr>f	0.8047	<.0001		0.0002		<.0001	
	C.V.	4.22	25.09		46.42		30.37	

A los 7 DDA se detectan diferencias altamente significativas, separándose las tres dosis de Kanopus SC del resto de los tratamientos; sin embargo, a partir de los 14 DDA solamente las dosis de 48.0+96.0 y 60.0+120.0 gia ha^{-1} se separan como tratamientos más sobresalientes (cuadro 5) alcanzando 97.4 y 100% de eficacia respectivamente.

Este comportamiento también se observó en las variable Pústulas por Hoja y en Hojas por Planta Infectadas, por ello, se puede concluir que para manejar con eficacia superior o igual al 97.9% a el hongo *Puccinia cacabata* Arth y Holw causante de la Viruela del Algodonero son suficientes 48.0+96.0 y 60.0+120.0 gia ha^{-1} de Kanopus SC.

Fitotoxicidad al cultivo.

No se observó ningún síntoma de fitotoxicidad en ninguno de los tratamientos probados.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio y bajo las condiciones ambientales y de manejo del mismo se emiten las siguientes conclusiones:

1. Para manejar con eficacia superior o igual al 97.9% a el hongo *Puccinia cacabata* Arth y Holw causante de la Viruela del Algodonero son suficientes 48.0+96.0 y 60.0+120.0 gia ha^{-1} de Kanopus SC.
2. Se requieren al menos 14 días después de la aplicación para observar la máxima eficacia de Kanopus SC en el control de *Puccinia cacabata* Arth y Holw causante de la Viruela del Algodonero.

BIBLIOGRAFIA

Blank, L.M. and C.R Leathers. 1962. Environmental and others factors influencing development of south western cptton rust Puccinia stakmanii. Phytopathology 53:921-928.

Blank, L.M. et al. 1965. Cotton rust. Epidemic of 1965. Progressive agriculture in Arizona. Vol. 17(6):8-9.

Duffield, P.C. 1958. Biology of Puccinia stakmanii. Ph.D. Thesis. Iowa State Univ. 81 pp.

EFECTO DEL VOLUMEN DE SUSTRATO EN EL CRECIMIENTO DEL DIÁMETRO DE *Echinocactus grusonii* Hildm.

Francisco Castillo Reyes[1]*, Diana Yemilet Avila Flores[1], David Castillo Quiroz[1]

[1] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Saltillo.
Email: reyes.francisco@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La regulación del crecimiento de las plantas ornamentales con fines comerciales es un aspecto vital en la producción ornamental, puesto que permite mejorar la calidad visual (tamaño, compacidad, ramificación, color, etc.) y su calidad fisiológica (resistencia a estrés, salida del latencia, mejorar la pos-cosecha, etc.). Los primeros pasos de la regulación del crecimiento se basaron en el control del riego, temperatura y abonado, hasta que en la primera mitad del siglo XX se estableció que el desarrollo de las plantas estaba controlado por hormonas vegetales producidas en la propia planta. Esta práctica de manejo es de gran importancia debido a que a medida que se realiza se hace más eficiente el sistema de producción al reducir el tiempo de permanencia en vivero, lo que se traduce en una reducción de costos de producción por mantenimiento y mano de obra. Sin embargo, existen especies vegetales con lento crecimiento de manera natural como las cactáceas, plantas que han sido usadas como ornamentales, quienes son extraídas haciendo directamente la colecta de su hábitat natural o que, si se produce en vivero, requieren estás un período largo de tiempo para alcanzar un tamaño adecuado y requerido para su venta en mercado. Muchas veces estas plantas son requeridas para el diseño de paisajismos o jardines como alternativa a los tradicionales como respuesta a un uso eficiente de agua y menor mantenimiento, por lo que se requiere que sean plantas de un tamaño de diámetro muy grande, lo que implica que se invierta gran esfuerzo y espacio en lograr esta condición. En base a lo anterior, se determinó evaluar el efecto del volumen de sustrato sobre la tasa de crecimiento del diámetro en la especie *Echinocactus grusonii.*

MATERIALES Y MÉTODOS

A partir de plantas de la especie *E. grusonii* provenientes de un experimento previo basado en evaluar el efecto de promotores del crecimiento vegetal utilizando los microorganismos *Trichoderma, Bacillus y* Micorriza INIFAP y crecidas en contenedores plásticos de dos pulgadas. Plantas de cada grupo biológico se trasvasó a macetas de 6 pulgadas para evaluar su efecto en el crecimiento del diámetro. El experimento consistió en la evaluación de dos

tratamientos T1= maceta de dos pulgadas y T2= maceta de 6 pulgadas, el manejo de planta estuvo basado en aplicaciones periódicas (cada 15 días) de los agentes promotores del crecimiento vegetal y solución nutritiva semanal. La evaluación se realizó por un período de dos meses aproximadamente, realizando lectura del diámetro de la planta en tres fechas. La variable diámetro de planta se analizó estadísticamente por ANOVA de una vía y comparación de medias mediante la prueba Tukey en el paquete estadístico SAS 9.3.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas (P≤ 0.0001) entre tratamientos (Cuadro 1) dentro de fechas.

Cuadro 1. Cuadrados medios de los tratamientos relacionados a tamaño de maceta en la aceleración del crecimiento de diámetro de *Echinocactus grusonii*.

		Cuadrado medio		
F. V.	G.L.	17 Feb	10 Mar	13 Abril
Tratamientos	1	509.27***	1152.77***	965.68***
Error	187	34.23	22.35	17.16
C. V. (%)		12.95	10.62	8.30

En la Figura 1, se muestra la comparación de medias del diámetro de *E. grusonii* dentro de tratamientos y entre fechas. En la fecha del 17 de febrero se observa que el diámetro varió de 44 a 47 mm entre macetas de menor tamaño a mayor tamaño, respectivamente. Esto representa un incremento del 8% en el diámetro por efecto de cambio de maceta a mayor tamaño. Para la fecha del 10 de marzo el diámetro varió de 43 a 48 mm, lo que representa un incremento del diámetro del 13% por efecto de cambio de maceta a mayor tamaño (Figura 2). Respecto la fecha del 13 de abril el diámetro varió de 48 a 52 mm, lo que representa un incremento del 10 % (Figura 2).

Estos cambios en el aumento del tamaño de planta pueden ser debido a que cuando las plantas desarrollan sus raíces en un volumen de sustrato restringido, se observan cambios morfológicos y fisiológicos que afectan la calidad, tamaño y su productividad. El crecimiento de la planta y raíces, la acumulación de biomasa y su partición, la fotosíntesis y el contenido de clorofila, las relaciones hídricas, la captación de nutrientes, la respiración y la floración son todos afectados

por el tamaño del contenedor (NeSmith y Duval, 1998; Lagoutte *et al.,* 2009). Por lo tanto, el tamaño de las macetas condicionaría el desarrollo de la planta. Lo que implica que el tiempo de permanencia de éstas en el vivero de producción sea mayor y el crecimiento del sistema radical lento. La partición de foto asimilados entre diferentes partes de la planta podría ser distinto de acuerdo al grado de restricción que ofrece la maceta (Xu y Kafkafi, 2001).

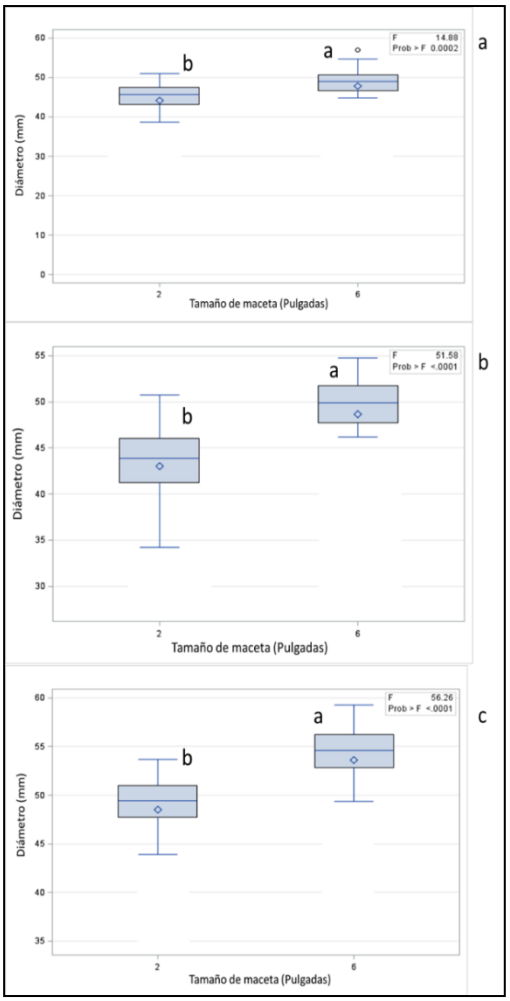


Figura 1. Comparación de medias (Tukey) entre tratamientos y entre fechas: a) 17 Febrero, b) 10 de Marzo y c) 13 de Abril.

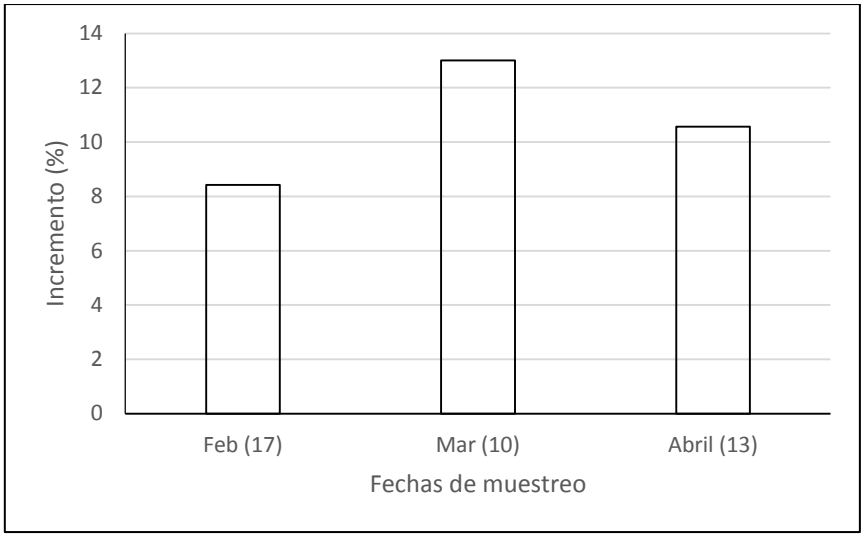


Figura 2. Porcentaje de crecimiento del diámetro de *Echinocactus grusonii* por efecto del volumen de sustrato contenido en maceta seis pulgadas en relación a la maceta de dos pulgadas.

CONCLUSIONES

El incremento del volumen de sustrato favorece el incremento del crecimiento de diámetro de la cactácea *Echinocactus grusonii* cuando son cultivadas en maceta.

BIBLIOGRAFÍA

Lagoutte, S., Divo de Sesar M y Vilella, F. 2009. Efecto del tamaño de celdas y citoquininas en el crecimiento de plantas de petunia. PHYTON, 78: 31-36.

NeSmith, D. and J. Duval. 1998. The effect of container size. Hort. Technology 8: 4.

Xu, G. and U. Kafkafi. 2001. Nutrient supply and container size effects on flowering, fruiting assimilate allocation and water relations on sweet pepper. Acta Horticulturae 554: 113-120.

CALIDAD DE PLANTA DE *Pinus engelmannii* EN RESPUESTA A LA INOCULACIÓN CON *Russula* sp. EN VIVERO

Laura Elena Martínez Nevárez[1*], Homero Sarmiento López[2], Sergio Rosales Mata[2], José Bernardo Montoya Ayón[1], Marcelo Hernández Antuna[1]

[1]Instituto Tecnológico Valle del Guadiana. *laura.elena.mn@gmail.com Carretera Durango - México km 22.5 Durango, Durango México. [2]Campo Experimental Valle del Guadiana, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Carretera Durango-El Mezquital Km. 4.5 Durango Dgo., México.

INTRODUCCIÓN

México es uno de los países con mayor biodiversidad en el planeta, y una gran parte de esa biodiversidad depende de los bosques y selvas. El ritmo de deforestación en México es uno de los más intensos del planeta, lo que pone en riesgo de extinción a una gran variedad de plantas y animales, así como a muchas comunidades que han aprendido a vivir de estos recursos, además, la deforestación rompe el equilibrio climático, lo cual acelera la amenaza del cambio climático global. La reforestación se practica con el fin de revertir el daño que causa el uso inadecuado de los recursos forestales. Existen una serie de asociaciones y organizaciones gubernamentales, y no gubernamentales que trabajan en conjunto, abarcando los procesos de reforestación que va desde la producción de planta en viveros hasta su plantación en zonas degradadas. Para lograr que las reforestaciones prosperen, es necesario desarrollar en forma apropiada las actividades más importantes en el proceso técnico, tales como: selección, recolecta y manejo de germoplasma, producción de planta, así como el transporte y establecimiento de la planta en los sitios de plantación (Prieto *et al.*, 2012a). Sin embargo, se tienen antecedentes de que gran número de plantaciones forestales establecidas han fracasado o no se han desarrollado adecuadamente, debido a que se utiliza planta que no es de buena calidad (Montes *et al*., 2001; Mejía *et al.,* 2012). El concepto de "calidad de planta" se define como la capacidad que tienen los individuos para adaptarse y desarrollarse en las condiciones climáticas y edáficas del sitio, que depende de las características genéticas del germoplasma y de las técnicas utilizadas para su reproducción (Prieto *et al.,* 2009a). Dentro de los parámetros morfológicos de calidad está la presencia de micorrizas en las raíces de las plantas (Pampolina *et al.,* 2002; Mejía *et al.,* 2012).

La micorriza es una asociación mutualista simbiótica a través de la cual se lleva a cabo un intercambio de nutrientes minerales como Fósforo (P) y Nitrógeno (N), una mayor eficiencia en la absorción del agua y protección contra agentes patógenos, a cambio de carbohidratos derivados de la fotosíntesis entre un vegetal y un hongo (Brundrett *et al.,* 1996; Cerviño *et al*.,

2003).Los hongos macromicetos especialmente de los géneros *Amanita, Boletus, Laccaria, Lactarius, Pisolithus y Russula*, tienen gran importancia en las especies forestales como el género *Pinus*, así como encinos, hayas, alisos y abetos, en conjunto forman la ectomicorriza (Landis y Amaranthus, 2009; García *et al*., 2012). Los hongos del género *Russula* se encuentran estableciendo simbiosis de manera natural, con árboles superiores en los bosques de pino-encino (Matabuena, 2005; Cuesta y Jiménez, 2012; González, 2014). *Pinus engelmannii* es una especie con gran importancia comercial y es ampliamente usada en los programas de reforestación en el Estado de Durango (Bustamante *et al.,* 2012). El objetivo fue determinar el efecto de la inoculación inducida con *Russula* sp. en los parámetros morfológicos de calidad de planta de *Pinus engelmannii* producido en vivero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó la colecta de cuerpos fructíferos de *Russula* sp. maduros y en buen estado, en bosque de pino-encino. El proceso de beneficio del hongo, así como la parte experimental en vivero, se realizó en un invernadero con cubierta de plástico calibre 720, y sobre éste una malla sombra al 40 %. Como sustrato se utilizó una mezcla compuesta por 50% de turba, 40% de corteza de pino compostada y 10% de agrolita, y al momento de su preparación se agregó fertilizante de liberación lenta (8 meses formulación 18-6-12 + microelementos) en una proporción de cuatro kilogramos por metro cúbico de sustrato. Se utilizaron en total 64 charolas de 77 cavidades de poliestireno de 170 mililitros (ml) por cavidad.

El diseño experimental empleado fue completamente al azar con ocho tratamientos y cuatro repeticiones, tomándose como cada repetición una charola. Los tratamientos se describen en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos de *Russula* sp. aplicado en *Pinus engelmannii*.

Tratamiento	Descripción	Dosis por charola de 77 cavidades (g)
1	Testigo	-
2	En sustrato dosis alta	2.25*
3	En sustrato dosis media	1.5*
4	En sustrato dosis baja	0.75*
5	Impregnado en la semilla	-
6	En riego dosis alta	2.25**

7	En riego dosis media	1.5**
8	En riego dosis baja	0.75**

*Aplicado durante la preparación del sustrato.

**Dividido en tres aplicaciones después de la etapa de establecimiento de la plántula.

Para la inoculación en el sustrato, se agregó la cantidad de inoculante indicada a cada tratamiento al momento de la preparación de éste, y se llenaron las charolas con la mezcla correspondiente. En el tratamiento de impregnación, se colocó *Russula* sp. directamente en la semilla utilizando un adherente comercial. Los tratamientos de inoculación en riego se sembraron sin ningún tratamiento previo, luego se procedió a la siembra de todas las charolas. Los tratamientos de riego se dividieron en tres aplicaciones llevando a cabo la primera 42 días después de la siembra, la segunda 93 días después de la primera y la tercera 63 días después de la segunda.

Se realizó una evaluación física de calidad de planta a los 358 días después de la siembra, donde se midieron las variables de diámetro del cuello de la raíz, altura y la biomasa de la raíz y de la parte aérea, con las que se estimó el Índice de Calidad de Dickson (ICD) y la relación de la biomasa de parte aérea y raíz (BA/BR). Además se realizó una evaluación para determinar en porcentaje de micorrización en la raíz (PM) mediante el método de intersección de cuadrantes propuesto por Giovanetti y Mosse (1980). Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza, cuando se obtuvieron diferencias estadísticas se realizó la comparación de medias con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la variable altura no se encontraron diferencias significativas. En las variables diámetro del cuello de la raíz, en la BA/BR y en el ICD sí se encontraron diferencias. En el diámetro se obtuvo un valor de 6.18 mm en el tratamiento siete, donde se aplicó *Russula* sp. en riego dosis media (1.5 gr charola^{-1}). Estos resultados muestran que la planta es de buena calidad ya que sobrepasa el diámetro promedio de 5 mm según Prieto *et al.* (2012b).

Los mejores resultados de la biomasa seca tanto de la parte aérea como de la raíz, se obtuvieron en los tratamientos donde se aplicó la micorriza en forma de riego. Rincón *et al*. (2007) en un ensayo similar, reportaron que las plantas de *Pinus pinaster* incrementaron considerablemente su producción de biomasa cuando fueron inoculadas con el hongo

ectomicorrízico *Laccaria laccata* en comparación con las plantas del testigo. Se estima que las planta con mayor biomasa de la raíz tienen mayor supervivencia en campo como lo encontraron Davis y Jacobs (2005). En este experimento el valor más alto en la biomasa de la raíz se encontró en el tratamiento seis (en riego dosis alta), seguido por el tratamiento siete (Figura 1).

La micorriza se establece en la raíz y esto hace que incremente el peso seco (Hernández y Salas, 2009), por lo tanto la micorriza ayudó al desarrollo radicular, y una más fibrosa significa una mayor área de absorción de agua y nutrientes. El mejor valor de BA/BR (2.2), fue donde se aplicó la micorriza en forma de riego dosis media, el rango recomendado para esta variable según Prieto *et al.* (2009b) es de 1.5 a 2.2, así que los valores fuera de éste rango indican que existe una desproporción y que el sistema radical es insuficiente para dar energía a la parte aérea de la planta. En la Figura 2 se observa que el tratamiento ocho presentó el mejor valor del índice de calidad de Dickson (1.18), esto significa una buena calidad de planta, ya que las variables de materia seca son los más fuertemente correlacionados con el índice de calidad de Dickson (Binotto *et al.,* 2010).

El porcentaje de micorrización de *Russula* sp. tuvo diferencias significativas entre tratamientos, el valor más bajo sin tomar en cuenta el testigo, fue donde se aplicó *Russula* sp. en riego dosis baja, mismo tratamiento que presentó los mejores valores de las variables morfológicas, contrariamente a los tratamientos con inoculación en sustrato, que registraron los rangos más bajos de calidad de planta, especialmente el número tres donde se inoculó en el sustrato antes de la siembra en dosis media, mismo tratamiento que presentó el mayor PM, lo que significa que la micorriza si actuó beneficiando a la planta pero en pequeñas cantidades. García *et al.* (2010) sugiere que para el establecimiento de la simbiosis el hongo necesita carbono del hospedante, el cual necesita la planta en su etapa inicial (en vivero) para su desarrollo, sin olvidar que el hongo es heterótrofo y debe tomar su alimento de otros medios. Entonces, puede crearse alguna competencia por los nutrimentos a mayor crecimiento de hongo, y puede decirse que a mayor PM, menor calidad de planta, como lo encontraron García *et al.,* (2010) al inocular *Eucalyptus urophylla* con los hongos *Glomus intraradices* y *Pisolithus tinctorius*, los porcentajes de colonización micorrízica fueron bajos, pero los mejores valores de ICD se obtuvieron en la planta sin micorrizar.

CONCLUSIONES

La calidad de planta analizada por los índices morfológicos de *Pinus engelmannii* propagado en vivero, aumenta con la simbiosis inducida por la aplicación de *Russula* sp. en dosis bajas. Se encontró el PM más alto en el tratamiento donde se aplicó la micorriza en sustrato dosis media.

La inoculación en riego con *Russula* sp*.* produjo el mayor aumento en los índices de calidad de planta, comparada con la aplicación en sustrato e impregnado en la semilla.

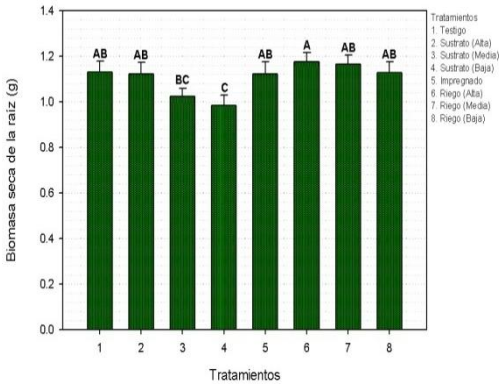


Figura 1. Biomasa seca de la raíz en planta de *Pinus engelmannii* inoculada con el hongo *Russula* sp.

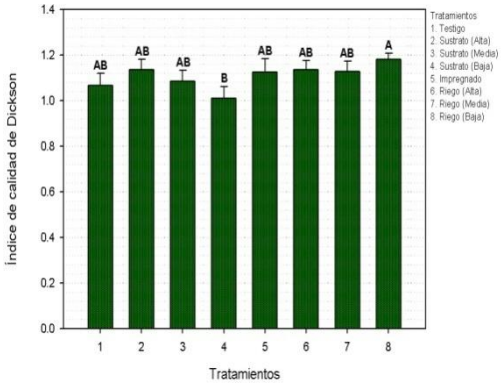


Figura 2. Índice de calidad de Dickson en planta de *Pinus engelmannii* inoculada con el hongo *Russula* sp.

BIBLIOGRAFÍA

Bionotto, A. F.; A. Dal; C. Lúcio; S. J. Lopes. 2010. Correlations between growth variables and the Dickson quality index in forest seedlings. CERNE, Vol. 16, núm. 4.

Brundrett M.; Bougher N.; Dell B.; Grove T.; Malajczuk N., 1996. Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture. ACIAR Monograph 32. 374p.

Bustamante G., V.; J. A. Prieto R.; E. Merlín B.; R. Álvarez Z.; A. Carrillo P.; J. C. Hernández D. 2012. Potencial y eficiencia de producción de semilla de *Pinus engelmannii* Carr., en tres rodales semilleros del Estado de Durango, México. Madera y Bosques. Vol. 18, núm. 3, pp. 7-21.

Cerviño, F. J. y V. Repiso; R. Tapias. 2003. Micorrización controlada de especies forestales del soroeste de la Península Ibérica con hongos ectomicorrizogenos. XII Congreso Forestal Mundial, Québec City, Canadá.

Cuesta, J. y J. Jiménez, 2012. *Russula* Persoon – (1796). Guía Micológica. Ficha de especies. En:http://www.amanitacesarea.com/russula.html (9 de Junio de 2014).

Davis, A. S. y D. F. Jacobs. 2005. Quantifying root system quality of nursery seedlings and relationship to out planting performance. New Forest. Vol. 30, núm. 2-3.

García R., J. L.; A. Aldrete; J. Pérez M.; A. V. Cetina M.; H. Vaquera H., 2010. Efecto de la fertilización, tamaño de envase e inoculación micorrízica en la calidad de brinzales de *Eucalyptus urophylla* S. T. BLAKE en vivero. V Reunión Nacional de Innovación Forestal. Campeche, México.

García R., J. L.; J. M. Mejía B.; D. Amador S.; J. A. Sigala R.; J. A. Prieto R., 2012. Identificación de hongos ectomicorrízicos en bosques de coníferas de los municipios de Pueblo Nuevo, San

Dimas y Durango, Durango. Folleto Técnico Núm. 53. Campo Experimental Valle del Guadiana. INIFAP. Durango, México. 38 p.

Giovanetti, M. y B. Mosse, 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular mycorrhizal infection in roots. *New Phytologist.* 447-453 pp.

González, R. M., 2014. Introducción del género *Russula.* En: https://www.yumpu.com/es/document/view/14444052/iniciacion-al-conocimiento-del-genero-russulapdf (10 de junio de 2014).

Hernández, W.; E. Salas, 2009. La inoculación con *Glomus fasciculatum* en el crecimiento de cuatro especies forestales en vivero y campo. Agronomía costarricense. Vol. 33. Costa Rica. 17-30 pp.

Landis, T. D. y M. A. Amaranthus. 2009. Inoculate with Mycorrhizae, Rebuild Your Soil, and Help Stop Global Warming. Forest Nursery Notes. 13-16 pp.

Matabuena V., J. A., 2005. Russulas. Zorrotza, Bilbao. En:http://www.fungipedia.org/setas-informacion-y-consultas/6-forogeneral/16702-magnifico-documento-sobre-ussulas.html. (10 de junio de 2014).

Mejía B., J. M.; J. L. García R.; J. C. Monárrez G., 2012. Manual para la recolección y beneficio de hongos silvestres ectomicorrízicos en Durango. Folleto Técnico Núm. 51. Campo Experimental Valle del Guadiana. INIFAP. Durango, México. 44 p.

Montes R., G.; S. Solís G.; M. Quintos E. 2001. Efecto del inoculante comercial burize (*Glomus intraradices*) sobre el desarrollo de *Pinus engelmannii* Carr. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. Vol. 7(2). 123-126 pp.

Pampolina, N. M.; B. Dell; N., Malajczuck. 2002. Dynamics of ectomycorrhizal fungi in an Eucalyptus globules plantation: effect of phosphorus fertilitation. For. Ecol. Manage. 158:291-304.

Prieto R., J. A.; J. A. Sigala R.; S. Pinedo L.; J. L. García R.; R. E. Madrid A.; J. L. García P.; J. M. Mejía B., 2009b. Calidad de planta en los viveros forestales del Estado de Durango. Publicación Especial Núm. 30. Campo Experimental del Valle del Guadiana. INIFAP. Durango, México. 81 p.

Prieto R., J. A.; J. L. García R.; J. C. Monárrez G.; R. E. Madrid A., 2012a. Producción de planta del género *Pinus*. Folleto Técnico Núm. 50. Campo Experimental Valle del Guadiana. INIFAP. Durango, México. 44 p.

Prieto R., J. A.; J. L. García R.; J. M. Mejía B.; S. Huchín A; J. L. Aguilar V., 2009a. Producción de planta del género *Pinus* en vivero en clima templado frío. Publicación Especial Núm. 28. Campo Experimental Valle del Guadiana. INIFAP. Durango, México. 41 p.

Prieto R., J. A.; J. L. García R.; J. M. Mejía B.; S. Rosales M., 2012b. Calidad de planta en el desarrollo de plantaciones forestales de *Pinus cooperi* blanco en Molinillos, Durango. VII Reunión Nacional de Innovación Forestal. Querétaro, México. 39p.

Rincón, A.; J. Parladé; J. Pera, 2007. Influence of the fertilisation method in controlled ectomycorrhizal inoculation of two Mediterranean pines. For. Sci. 577-583 pp.

PRONÓSTICO DEL RIEGO EN LÍNEA Y TIEMPO REAL PARA SINALOA

Catalán Valencia Ernesto Alonso[1], Villa Castorena Magdalena[1], Inzunza Ibarra Marco Antonio[1], Román López Abel[1], Delgado Ramírez Gerardo[1]

[1]CENID RASPA INIFAP. Canal Sacramento km 6+500. Gómez Palacio, Durango
catalan.ernesto@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La falta de soporte técnico para la gestión del riego incide de manera importante sobre los bajos niveles de eficiencia y productividad con que se utiliza el agua en las zonas de riego del país. Los distritos de riego operan con un nivel de eficiencia global promedio por debajo del 40%, lo cual significa que el 60% del volumen de agua total disponible se pierde durante la conducción y aplicación del agua (CNA, 2014). En Sinaloa, el volumen de agua anual concesionado en el año 2013 fue de 9,057 millones de m^3, de los cuales el 93% (8,505 millones de m^3) se destinó a uso agrícola (CNA, 2014). La superficie cultivada bajo riego alcanzó las 787,000 hectáreas, lo cual indica que se aplicó una lámina de riego bruta promedio de 1.08 m con una eficiencia global de 55% si se asume una lámina neta o requerimiento de riego de 60 cm.

La tecnificación del riego parcelario implica la aplicación de técnicas y métodos racionales y cuantitativos para mejorar la programación, diseño y operación de los sistemas de riego. La tecnología disponible en materia de ingeniería de riego es amplia, sin embargo, los procesos de transferencia y adopción tecnológica se han rezagado por distintas razones. Además de la falta de un esquema de valoración económica real del agua para riego, se tiene que la asimilación e implementación de la tecnología se complican por los altos grados de especialización y entrenamiento requeridos. También ha influido la supresión y/o desaparición de funciones como la capacitación y asistencia técnica anteriormente proporcionadas a los usuarios por parte del gobierno federal a través de las oficinas de ingeniería de riego y drenaje de los distritos y unidades de riego.

La creación de nuevas herramientas de investigación y la disponibilidad de cierta infraestructura han dado un nuevo impulso a la transferencia y adopción de la tecnología de riego existente, acercando el conocimiento a los productores. Infraestructuras como la Red de Estaciones Climatológicas Automáticas del Estado de Sinaloa y la Red de Internet permiten la adquisición, proceso y transmisión en tiempo real de la información climática requerida para estimar variables fundamentales de la gestión del riego de cultivos como la evapotranspiración o consumo de agua. Mediante la programación y el acceso en línea a bases de datos (clima, suelo y cultivo), es posible desarrollar aplicaciones de cómputo para sistematizar, difundir y

transferir la tecnología de riego disponible, es decir, proveer asistencia técnica en línea y tiempo real a los usuarios del riego.

La programación del riego es una técnica encaminada a determinar las cantidades de agua por aplicar y las fechas de aplicación de cada riego para minimizar deficiencias o excesos de humedad en el suelo que pudieran causar efectos adversos sobre el crecimiento, rendimiento y calidad de los cultivos (FAO, 1989). Con la programación adecuada del riego se pueden lograr objetivos múltiples como ahorrar agua, disminuir costos por ahorro de energía y mano de obra, minimizar estrés hídrico y maximizar rendimiento, así como maximizar calidad, rentabilidad o ingreso (Catalán *et al*., 2007). El objetivo de este trabajo fue desarrollar un programa computacional, en línea y tiempo real, para calcular las demandas de agua y calendarizar el riego de los cultivos en Sinaloa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El programa DRIEGO SINALOA aquí presentado forma parte del sistema IRRINET para la asistencia técnica en línea en el manejo del riego (http://www.cenidraspa.org/). Se desarrolló a partir de su antecesor, el cual funcionaba con base en datos climáticos históricos (Catalán *et al*., 2012). Fue programado utilizando el estilo de programación mixta JQUERY bajo JAVA y PHP.

El programa resuelve el balance de agua en el suelo a partir de la estimación de cada uno de sus componentes: riego (R) y lluvia efectiva (P) como principales entradas de agua, así como evapotranspiración del cultivo (ET_c) y percolación o drenaje (D) como salidas de agua más importantes:

$$\Delta\theta = R + P - ETc - D \qquad \textbf{(1)}$$

Donde Δθ es el cambio del contenido de agua del suelo. La escala espacial es el volumen de control limitado por la profundidad del suelo explorada por las raíces del cultivo, y la escala del tiempo es de un día, como la mayoría de los esquemas planteados para resolver la Ec. 1 (Fox *et al*., 1994, Ojeda *et al*., 1999).

Consumo de agua. El consumo de agua o evapotranspiración (ETr) del cultivo se estima a partir del cálculo de la evapotranspiración de referencia (ET_0), calculada con el método estándar FAO Penman-Monteith, y el uso del coeficiente dual del cultivo, ambos procedimientos recomendados por la Organización Meteorológica mundial y la FAO para la programación del riego en tiempo real (FAO, 1998):

$$ET_C = (K_s K_{cb} + K_e) ET_0 \qquad \textbf{(2)}$$

Donde ET_0 es la evapotranspiración de la superficie hipotética de referencia, similar a la de un cultivo de pasto bien irrigado y sin limitaciones de agua (Allen *et al*., 1990; Jensen *et al*., 1990).

La ET_0 se estima con datos climatológicos del sitio (temperatura y humedad del aire, velocidad del viento y radiación solar).

Datos de entrada. La pantalla principal del programa muestra cinco botones: 1. Sitio, 2. Cultivo, 3. Suelo, 4. Riego y 5. Resultados. Los cuatro primeros botones solicitan datos de entrada y el último botón muestra el menú de resultados (Figura 1).

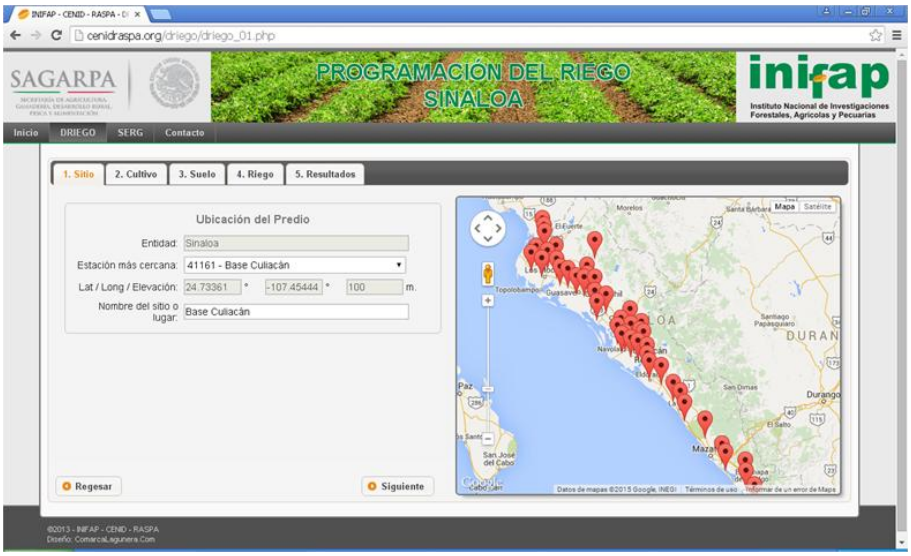


Figura 1. Selección del sitio y su estación climatológica.

Botón Sitio: solicita la estación climatológica más cercana para acceder, en línea y tiempo real, a su base de datos (Figura 1). Una vez seleccionada la estación, el programa despliega la información correspondiente como el nombre, coordenadas geográficas y altura del sitio.

Botón cultivo: solicita datos del cultivo como la fecha de siembra, duración del ciclo vegetativo y la altura máxima del cultivo, datos que el usuario puede cambiar. También se despliegan los valores de las curvas de los coeficientes basales del cultivo recomendados por la FAO, los cuales el usuario puede modificar cuando disponga de coeficientes locales de cultivo derivados de estudios experimentales (Figura 2).

Botón suelo: solicita información para determinar la humedad aprovechable (HA) o capacidad de retención de agua del perfil del suelo ocupado por las raíces del cultivo. El programa da al usuario tres posibles opciones para determinar HA dependiendo de la información disponible.

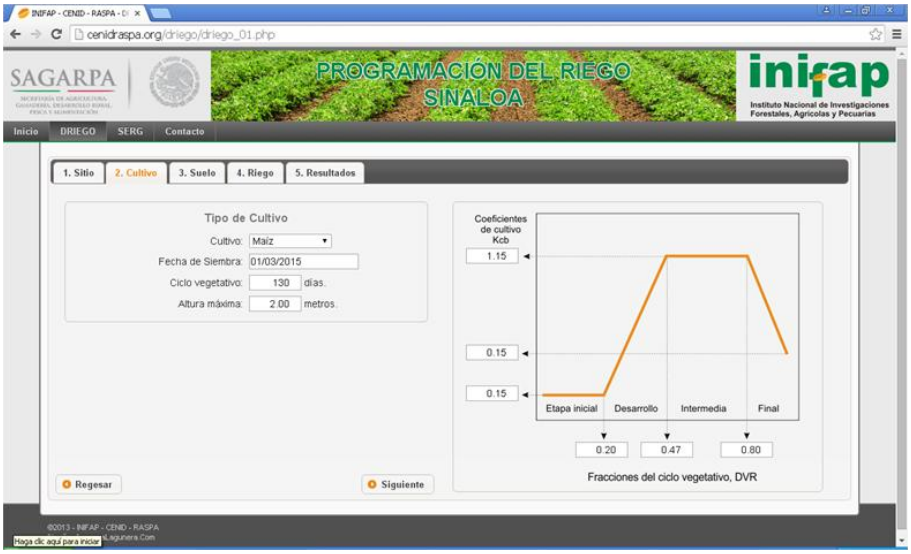


Figura 2. Ingreso de datos del cultivo.

Botón riego: solicita la información referente al sistema de riego y su manejo como el tipo de sistema y la fracción del terreno humedecida, la cual es importante para estimar la evaporación directa del suelo. También se solicita el tipo de control del riego: por abatimiento de la humedad aprovechable del suelo o por intervalos de riego.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultados de este trabajo se obtuvo un programa de cómputo para pronosticar, en línea y tiempo real, el riego de los cultivos en el estado de Sinaloa. El último botón de la pantalla principal del programa despliega el botón “Calcular resultados”, el cual al activarse muestra los ocho botones del menú de resultados. El primer botón presenta el calendario de riego que incluye el número de riegos, fechas de aplicación, intervalos entre riegos y láminas de riego (Figura 3).

El segundo botón del menú de resultados presenta los datos tabulados de los componentes del balance de agua del suelo a nivel diario. Aparecen el consumo de agua del cultivo en sus modalidades de evapotranspiración (ET) máxima y real; la evaporación y transpiración como componentes de la ET real, la lluvia efectiva y la percolación. Aparece también la humedad aprovechable disponible en la zona radicular del cultivo.

Los botones tres y cuatro presentan gráficas del consumo de agua (ET máxima, ET real y Transpiración) a través del ciclo del cultivo, en valore diarios (Figura 4) y acumulados, respectivamente. Por su parte, el quinto botón muestra dos gráficas que ilustran la variación de la humedad aprovechable del suelo durante el ciclo del cultivo, tanto en porcentaje como en

lámina de agua. El sexto botón muestra los valores de los coeficientes del cultivo a través de su ciclo vegetativo. Se presentan los valores del coeficiente basal (K_{cb}) que determina la transpiración del cultivo, el coeficiente K_e que determina la evaporación directa desde la superficie del suelo, y la suma de ambos coeficientes que determina la evapotranspiración.

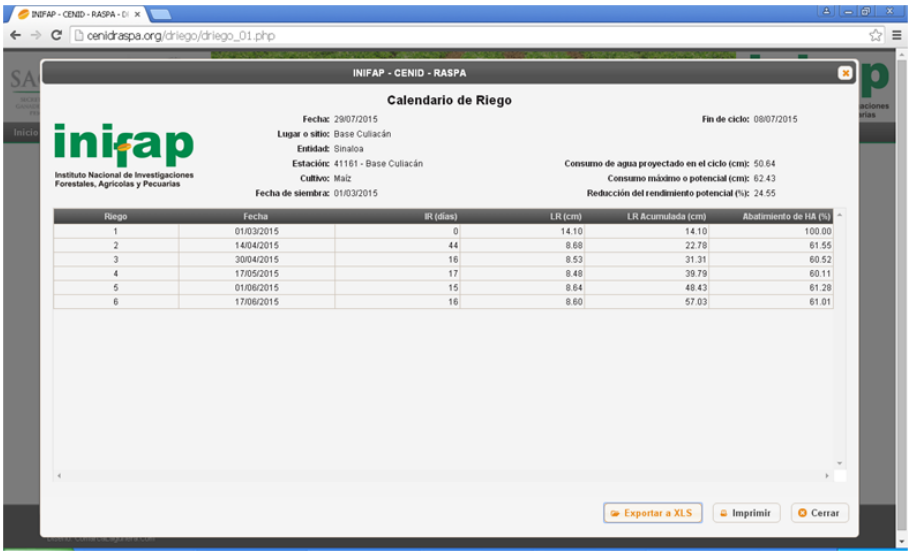


Figura 3. Calendario de riegos del maíz.

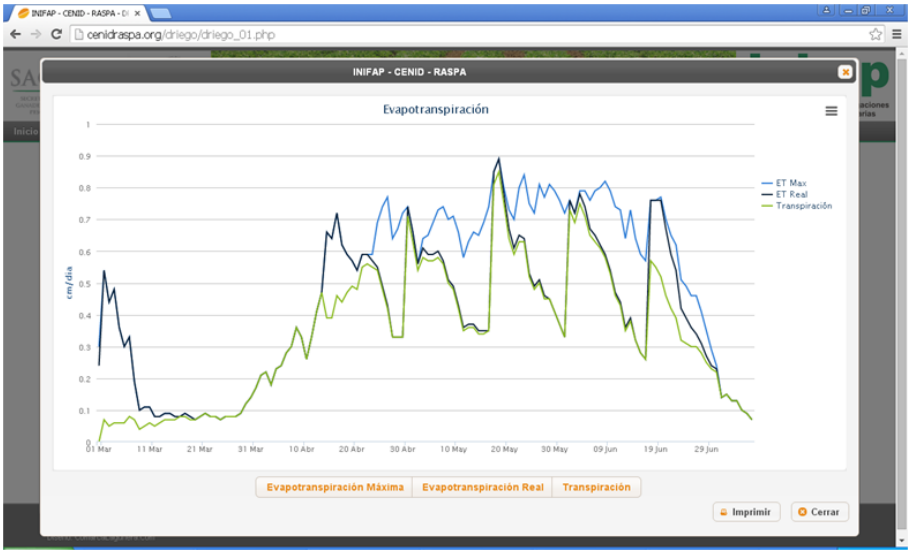


Figura 4. Consumo de agua a través del ciclo del maíz.

Los dos últimos botones del menú de resultados presentan gráficas con los valores de las variables climatológicas durante la estación de crecimiento del cultivo. Todas las gráficas

desplegadas por el programa pueden habilitarse y deshabilitarse para visualizarlas una por una o todas juntas.

CONCLUSIONES

El sistema IRRINET es una herramienta importante para que los usuarios del riego del estado de Sinaloa incorporen un mayor soporte técnico a la tarea de programar el riego de sus cultivos. La instalación y ejecución en línea del sistema y el acceso irrestricto y gratuito por parte de los usuarios a través de Internet constituyen importantes mecanismos de difusión y transferencia de la tecnología de riego disponible.

La herramienta aquí propuesta hace una estimación del consumo de agua por el cultivo y del balance de agua en el suelo utilizando datos climáticos recientes o actuales, lo cual constituye una mejora con respecto al uso de datos históricos del clima. Es por esta característica que su potencial de aplicación aumenta no sólo para la planeación de los recursos hidráulicos sino también para la operación y manejo de los sistemas de riego.

Además de los usuarios del riego, maestros y estudiantes pueden utilizar el programa con fines didácticos, para entender mejor los principios teóricos involucrados en su desarrollo; así como investigadores para ayudar a definir posibles acciones de investigación orientadas al refinamiento de las técnicas utilizadas en el programa.

El programa también puede utilizarse como herramienta para la planeación y toma de decisiones sobre el uso de los recursos hídricos del estado de Sinaloa, tareas en las cuales el conocimiento de las necesidades hídricas de los cultivos es básico e indispensable.

BIBLIOGRAFÍA

Allen R.G., R.H. Cuenca, M.E. Jensen, W.O. Pruitt, R.K. Blatchlet, J.M. Erpenbeck, E.L. Johns, J.F. Stone, R.D. Burman, R.W. Hill, P.R. Nixon, and J.L. Wright. 1990. Evapotranspiration and irrigation water requirements. M.E. Jensen, R.D. Burman, and R.G. Allen Editors. ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice No. 70. New York.

Catalán V., E.A.; Sánchez C., I.; Villa C., M.M.; Inzunza I., M.A. y Mendoza M., S.F. 2007. Programa para calcular demandas de agua calendarizar el riego de los cultivos. Folleto técnico 7. INIFAP CENID RASPA. Gómez Palacio, Durango.

Catalán V., E.A.; Villa C., M.M.; Inzunza I., M.A.; Román L., A. y González B., J.L. 2012. Cálculo de demandas de agua y programación del riego de cultivos en Coahuila. AGROFAZ: 12: 123-131.

Comisión Nacional del Agua (CNA). 2014. Estadísticas del Agua en México. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1989. Irrigation water management: Irrigation scheduling. Training Manual No. 4. Rome Italy.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and drainage paper 56. Rome, Italy.

Fox F.A., T.F. Schere, D.C. Slack and L.J. Clark. 1994. Arizona Irrigation Scheduling (AZSCHED Version 1.1E): Users Manual. Cooperative Extension. University of Arizona, Tucson AZ.

Jensen M.E., R.D. Burman and R.G. Allen. 1990. Evapotranspiration and irrigation water requirements. American Society of Civil Engineers. Irrigation Water Requirements Committee of the Irrigation and Drainage Division. Manuals and Reports on Engineering Practice No. 70. New York. 332 p.

Ojeda B., W., E. Sifuentes I., J.M. González C., J.A. Guillen G. y H. Unland W. 1999. Pronóstico del riego en tiempo real. Centro Nacional de Transferencia de Tecnología de Riego y Drenaje. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México.

CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS Y PRODUCTIVAS DE LOS PRODUCTORES DE GUAYABA EN AGUASCALIENTES.

Mercedes Borja Bravo*, Sergio Arellano Arciniega*, José Luis Ramos González* y Silvia Xochilt Almeraya Quintero.**

*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Pabellón, Km. 32.5 carretera Aguascalientes-Zacatecas, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. Correo electrónico: borja.mercedes@inifap.gob.mx. **Colegio de Postgraduados. Programa de estudios de Desarrollo Rural. Carretera Federal México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México.

INTRODUCCIÓN

El municipio de Calvillo, Aguascalientes es una importante zona productora de guayaba en el país y se reconoce como la región pionera en la producción comercial de la fruta en México. En Calvillo, este frutal ocupó 6,429 ha durante el 2013, que representan el 29.7% de la superficie plantada a nivel nacional. Según datos de SIACON- SIAP (2013), cada año se producen más de 95 mil toneladas de fruta que representan el 32.3% de la producción nacional de guayaba y ubican a Aguascalientes como el segundo estado productor. Así mismo, se obtiene un valor comercial por el producto de más de 388 millones de pesos que representan el 31% del valor de la producción a nivel nacional y el 16.8% del valor de la producción agrícola de la entidad. A lo anterior se suma la generación de ingresos para más de mil unidades de producción dedicadas a la actividad (INEGI, 2007) y más de 5 mil empleos en las fases de producción, industrialización y comercialización del producto.

En Aguascalientes la producción de guayaba se realiza con un alto grado de heterogeneidad entre productores y unidades de producción, lo cual dificulta la toma de decisiones de manera transversal. Autores como Coronel y Ortuño (2005) señalan que el conocimiento de las características del productor rural es la base de todo proceso de investigación y trasferencia de tecnología. Así mismo, Vilaboa y Díaz (2009) hacen referencia a que la caracterización de productores es determinante para el desarrollo de políticas, porque permite conocer la manera en la que se encuentran conformados los sistemas de producción, sus componentes tecnológicos, el potencial y limitantes que pueden presentar respecto a otros sistemas; mientras que, Betancourt *et al*. (2005), indicaron que también permite conocer el nivel de uso de tecnologías y el proceso de toma de decisiones a nivel de finca, lo que da lugar a opciones de desarrollo y políticas diferenciadas para cada tipo de sistema de producción.

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue analizar, interpretar y clasificar los sistemas de producción de guayaba a través del uso del método de componentes principales, con la

finalidad de determinar las relaciones entre variables productivas, socioeconómicas y de mercado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se aplicaron 91 encuestas a productores de guayaba en el municipio de Calvillo Aguascalientes durante septiembre a noviembre de 2014. Luego de determinar el tamaño de muestra por el método de muestreo para poblaciones finitas

Para la selección de variables representativas del sistema de producción se calculó el coeficiente de variación (CV) de cada una y se eliminaron las que tuvieron poco poder discriminante (CV menor al 50%) (Escobar y Berdegué, 1990) y posteriormente, se determinó el grado de asociación entre ellas por medio de una matriz de correlación. De esta forma se identificaron las variables con alto porcentaje de información superflua, o altamente correlacionadas (Coronel y Ortuño, 2005).

Para determinar las características socioeconómicas y productivas de los productores de guayaba en Aguascalientes se consideraron 18 variables (Cuadro 1) que cumplían con las características de ser independientes entre sí y relevantes en la estructura y funcionamiento de los sistemas productivos de la guayaba (Escobar y Berdegué, 1990).

Basados en la metodología propuesta por Vásquez y Cabas (2003) y Vilaboa y Díaz (2009) se realizó el análisis de componentes principales (ACP), se generó la matriz de correlaciones entre variables, los eigenvalores y la proporción de la varianza explicada por cada uno de ellos. Así mismo, se utilizó el criterio de Kaiser para determinar el número de componentes, y se incluyeron solo los valores propios mayores a 1 (Demey *et al*., 1994). Para el ACP se utilizó el procedimiento PRINCOMP disponible en el paquete estadístico SAS versión 9.0.

Cuadro 1. Variables socioeconómicas y productivas utilizadas en el ACP para productores de guayaba en Aguascalientes, México.

Variable	Nombre de la variable	Variable	Nombre de la variable
X_1	Edad del productor (años)	X_{10}	Porcentaje de la producción de guayaba de alta calidad (%)
X_2	Experiencia del productor (años)	X_{11}	Porcentaje de la producción de guayaba de baja calidad (%)
X_3	Escolaridad del productor (años)	X_{12}	Indicador de participación en el mercado
X_4	Rendimiento por árbol (kg/árbol)	X_{13}	Años de pertenecer a una organización
X_5	Producción/mano de obra (t/ha)	X_{14}	Porcentaje de apoyos gubernamentales recibidos
X_6	Superficie plantada (ha)	X_{15}	Ingreso por la venta de guayaba de alta calidad
X_7	Factor de rentabilidad	X_{16}	Ingreso por la venta de guayaba de baja

			calidad
X_8	Índice tecnológico	X_{17}	Empleos temporales
X_9	No. de cursos de capacitación recibidos	X_{18}	Costo medio de producción ($/ha)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante el ACP se extrajeron seis componentes principales considerando el criterio de Kaiser (eigenvalores >1). Los seis componentes seleccionados explican el 70.29% de la varianza de la matriz original de 18 variables y 91 casos (Cuadro 2). Con el ACP se logró simplificar la matriz original en 66.3%, lo que permitió realizar una mejor interpretación de los datos.

Para determinar las variables que explican la variabilidad de cada componente principal se tomaron en cuenta solo las variables con un valor mayor al 35% (Demey *et al.*, 1994). En el Cuadro 3 se ubican los eigenvectores de la matriz de correlaciones de los seis componentes principales.

Cuadro 2. Eigenvalores y proporción de la varianza absoluta y acumulada.

Componentes	Eigenvalores	% de la varianza absoluta	% Varianza acumulada
1	3.885	21.58	21.58
2	2.571	14.29	35.87
3	2.127	11.82	47.69
4	1.707	9.48	57.17
5	1.298	7.21	64.38
6	1.063	5.91	70.29

El primer componente principal (CP1) explica el 21.58% de la varianza total y es el que tiene la mayor proporción en la explicación de los datos. Las variables que están más correlacionadas son Ingreso por la venta de guayaba de alta calidad (X_{15}), Superficie plantada (X_6) e Ingreso por la venta de guayaba de baja calidad (X_{16}). Considerando las variables del CP, a este componente se le llamo “Capacidad productiva y económica del huerto” y se interpreta como un componente que está asociado al valor económico de la producción de guayaba y al tamaño de la huerta, por lo que se presume que a mayor valor monetario generado y mayor superficie del huerto, los productores tienen una mayor capacidad productiva y económica.

En el segundo componente (CP2) sobresalen las variables, Porcentaje de la producción de alta calidad (X_{10}) y Porcentaje de la producción de baja calidad (X_{11}), a este componente se le llamo “Diversificación del mercado de la guayaba” y explico el 14.29% de la varianza. Las variables que lo integran representan la influencia que tiene la calidad de la fruta en el tipo de mercado al

cual se dirige la producción. La guayaba de alta calidad engloba a la de tamaño "extra" y "primera", ambas se dirigen al mercado para consumo en fresco y tienen un mayor valor de venta; mientras que, la producción de baja calidad, definida principalmente por su tamaño, se destina para la industria de jugos y a la elaboración de dulces artesanales, y pueden tener un precio menor hasta en 80% comparado con la fruta de alta calidad.

Cuadro 3. Interpretación de los Componentes Principales

Componente	Variable		Eigenvector	Interpretación
CP1	X_{15}	Ingreso por la venta de guayaba de alta calidad	0.444	Capacidad productiva y económica del huerto
	X_6	Superficie plantada	0.410	
	X_{16}	Ingreso por la venta de guayaba de baja calidad	0.375	
CP2	X_{10}	% de la producción de guayaba de alta calidad	-0.427	Diversificación del mercado de la guayaba
	X_{11}	% de la producción de guayaba de baja calidad	0.425	
CP3	X_{18}	Costo medio de producción	-0.476	Rentabilidad
	X_7	Factor de rentabilidad (R B/C)	0.382	
CP4	X_1	Edad del productor	0.574	Realidad social de los productores
	X_2	Experiencia del productor	0.568	
	X_3	Escolaridad del productor	-0.386	
CP5	X_{14}	Porcentaje de apoyos gubernamentales recibidos	0.485	Cobertura de mercado
	X_{12}	Indicador de participación en el mercado	0.397	
CP6	X_{13}	Años de pertenecer a una organización	0.750	Desarrollo organizacional
	X_9	No. de cursos de capacitación recibidos	0.442	

El tercer componente principal (CP3) integrado por el Costo medio (X_{18}) y Factor de rentabilidad (X_7), expresó el 11.82% del total de la varianza, y de acuerdo con las variables se le asignó el nombre de "Rentabilidad", dado que ante un menor costo medio más elevada será la rentabilidad del productor. Escobar y Berdegué (1990), señalaron que las variables económicas expresan resultados del sistema de producción y son la síntesis de otras variables y procesos parciales, como la eficiencia en el uso de los recursos materiales, tecnológicos y de capital humano en el huerto, entre otras.

El cuarto componente principal (CP4) se integró por las variables edad, experiencia y escolaridad del productor (X_1, X_2 *y* $X3$) y explicó el 9.48% de la varianza. Este componente se

relaciona con la “Realidad social de los productores” y según Galindo *et al.* (2000) y Damián *et al.* (2007), las variables que lo conforman influyen en el uso y apropiación de las innovaciones tecnológicas por parte de los guayaberos.

El quinto componente (CP5) expresa la relación que tienen los apoyos gubernamentales con la participación de cada productor en los diferentes tipos de mercado por lo que al componente se le denomino “Cobertura de mercado” y explicó el 7.21% de la varianza. Para el caso de los guayaberos de Aguascalientes, los apoyos gubernamentales que reciben están destinados principalmente para la tecnificación del sistema de riego, establecimiento de malla antigranizo y la creación de infraestructura de servicios en la huerta como baños y áreas de comedor que permiten incrementar la calidad e inocuidad de la fruta, para obtener la certificación de la huerta y conseguir mayores oportunidades de comercializarla.

Por último, en el CP6 sobresalieron las variables; Número de cursos de capacitación recibidos (X_9) y Años de pertenecer a una organización (X_{13}) y se le denominó “Desarrollo organizacional”, el cual muestra la importancia que tiene la organización de los productores con la capacitación y aprendizaje de nuevo conocimiento en l manera de producir y comercializar la guayaba.

La agrupación de los productores se muestra en la Figura 1, donde se observa que el análisis discrimina a tres categorías diferentes.

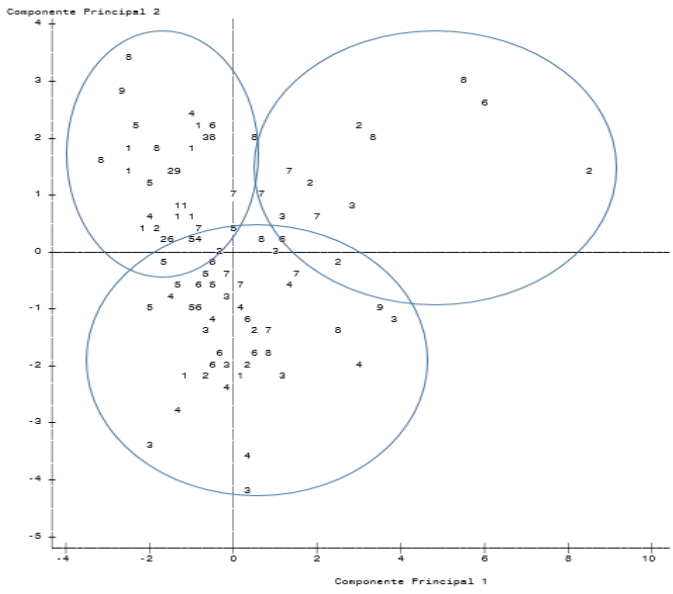


Figura 1. Representación de los grupos de productores con los dos Componentes Principales.

En el Cuadro 4 se presentan los porcentajes de los productores que integran cada grupo. Así mismo se presentan las principales características que distinguen a los grupos.

Cuadro 4. Clasificación de los productores de guayaba en Aguascalientes, basado en los dos primeros componentes principales.

Grupos	Características	Porcentaje
A	Productores con mayor edad (59 años), con la mayor experiencia en la producción y baja escolaridad. Huertos de 2.5 ha, con bajo índice tecnológico, baja producción de guayaba de alta calidad, poca capacitación, no están organizados, bajo apoyo gubernamental. Comercializan solo en el mercado nacional.	59
B	Productores más jóvenes (53 años), con experiencia en la producción y con 9 años de escolaridad. Huertos de 3.2 ha, con índice tecnológico bajo, tienen el mayor porcentaje de producción de alta calidad y el menor costo medio de producción. Han sido capacitados, medianamente organizados, sin apoyos gubernamentales. Comercializan solo en el mercado nacional.	24
C	Productores de mayor edad (56 años), con experiencia en la producción de guayaba, y la mayor escolaridad. Huertos de más de 9 ha y con el mayor índice tecnológico y el más alto costo medio de producción. Han recibido capacitación, medianamente organizados y casi en su totalidad han recibido apoyos gubernamentales. Comercializan en el mercado nacional e internacional.	16

CONCLUSIONES

A partir de la caracterización realizada a productores de guayaba en Calvillo, Aguascalientes se identificaron tres grupos homogéneos, donde el primer grupo (A) se caracteriza por tener un sistema de producción muy tradicionalista son productores con mayor arraigo; el segundo grupo (B) se caracteriza por tener alta productividad, pero baja incidencia en el uso de innovaciones tecnológicas y por último el grupo (C) son productores de mayor tamaño o empresariales, cuyas acciones dentro del huerto están orientadas a tener una mayor participación en los mercados.

La caracterización de los productores debe ser considerada por los productores, asociaciones que los agrupan, organismos de investigación, instituciones de crédito y asistencia técnica, para poder orientar de mejor manera los objetivos y garantizar resultados más efectivos al momento de tomar las decisiones y diseñar programas de apoyo, asistencia e investigación.

BIBLIOGRAFÍA

Betancourt., K.; Ibrahim., M.; Villanueva., C. y Vargas., B. 2005. Caracterización del manejo productivo de sistemas lecheros en la cuenca del rio Bulbul de Matiguás, Matagalpa, Nicaragua. *Livestock Research for Rural Development* 17 (80):1-12.

Coronel, R.M. y Ortuño, P. S. 2005. Tipificación de los sistemas productivos agropecuarios en el área de riego de Santiago del Estero, Argentina. *Problemas del desarrollo, Revista latinoamericana de economía* 36(140): 63-88.

Damián, H. M. A.; Ramírez, V. B.; Parra, I. F.; Paredes, S. J. A.; Gil, M. A.; Cruz, L. A. y López, O. J. F. 2007. Adopción de tecnología por productores de maíz en el estado de Tlaxcala, México. *Agricultura Técnica en México* 33(2):163-173.

Demey., J. R.; Adams, M. y Freites, H. 1944. Uso del método de componentes principales para la caracterización de fincas agropecuarias. *Agronomía Tropical* 44(3):475-497.

Escobar, G. y Berdegué, J. 1990. Conceptos y metodología para la tipificación de sistemas de finca: la experiencia de RIMISP. Pp. 13-43. *In*: Tipificación de sistemas de producción agrícola. Escobar, G. y Berdegué, J. (eds). RIMISP-Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural. 284 p.

Galindo, G. G.; Tabares, R. W. C. y Gómez, A. G. 2000. Caracterización de productores agrícolas de seis distritos de desarrollo rural de Zacatecas. *Terra Latinoamericana* 18(1): 83-92.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2007. Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007. Disponible en: http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/agro/ca2007/resultados_agricola/default.aspx. Consultado en abril de 2015.

SIACON-SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta- Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera). 2013. Módulo Agrícola del SIACON. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/optestadisticasiacon2012parcialsiacon-zip/>. Consultado en agosto de 2014.

Vásquez G., B. y Cabas M., J. 2003. Tipologías Productivas de pequeños campesinos. Ciencias empresariales. Disponible en: http://cederul.unizar.es/revista/num07/18.htm. Consultado en diciembre de 2014.

Vilaboa A., J. y Díaz R., P. 2009. Caracterización socioeconómica y tecnológica de los sistemas ganaderos en siete municipios del estado de Veracruz, México. *Zootecnia Trop*. 27(4): 427-439.

RENTABILIDAD DEL CULTIVO DE HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.) EN DURANGO, MÉXICO

Mercedes Borja Bravo[1], Rigoberto Rosales Serna[2], Rafael Jiménez Ocampo[2], Ramón Jiménez Regalado[3], Pablo Alfredo Domínguez Martínez[2].

[1]INIFAP-Aguascalientes. Campo Experimental Pabellón, km 32.5 carretera Aguascalientes-Zacatecas, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. Correo electrónico: borja.mercedes@inifap.gob.mx. [2]INIFAP-Durango. Campo Experimental Valle del Guadiana. km 4.5 Carr. Durango- El Mexquital, Durango, Dgo. México. C. P. 34170. [3]INIFAP-Valle de México. km 13.5 Carr. Los Reyes-Texcoco, Estado de México. C. P. 56250.

INTRODUCCIÓN

La higuerilla (*Ricinus communis* L.) es una planta oleaginosa utilizada para la producción de aceite, extracción de proteína para la alimentación animal y elaboración de biocombustibles con residuos lignocelulósicos (Salazar *et al*., 2014). La higuerilla en México se ha establecido como un cultivo de importancia económica reducida, principalmente por el desconocimiento que existe sobre los más de 500 usos que tiene su aceite en la industria y las pastas residuales en la alimentación animal. Así mismo, existen diversas investigaciones donde la higuerilla es un cultivo alterno con amplias posibilidades para la producción de biocombustibles (Rico *et al*., 2011).

En el estado de Durango se han evaluado variedades de higuerilla con la finalidad de determinar rendimientos y componentes tecnológicos que permitan la producción de manera comercial; sin embargo, para poder realizar recomendaciones es necesaria la evaluación económica del cultivo. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue realizar el análisis de rentabilidad del cultivo de la higuerilla.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación del cultivo se realizó en el verano de 2014 en el Campo Experimental Valle del Guadiana, Durango, Méx., localizado en el km 4.5 de la carretera Durango-El Mezquital, a los 23° 59’ 21” N, 104° 37’ 33” O y una altitud de 1,877 m. El suelo predominante es de tipo franco, con capacidad intermedia para la retención de humedad, profundidad media, pendiente de 0 a 2 % y pH de 6.5. La mayoría de los suelos de la región son pobres en contenido de materia orgánica, fósforo y nitrógeno. El clima es templado semiárido con régimen de lluvias en verano, muestra variación fuerte de temperatura [BS_1 Kw (w) (e)] y la media anual para esa variable es 17.4 °C (García, 1987). La lluvia promedio, acumulada durante el año, alcanza 476 mm, con valores altos entre junio y septiembre.

La siembra se realizó el 29 de mayo de 2014 y se utilizó semilla certificada para lograr una densidad de población de 8,000 plantas ha^{-1}. El manejo agronómico incluyó barbecho, dos pasos de rastra, nivelación del terreno, bordeo, siembra, resiembra manual, dos escardas mecanizadas y dos deshierbes manuales. Al momento de la siembra se fertilizó con la dosis 35-50-00 para nitrógeno (N), fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O) y se aplicaron tres riegos de auxilio para evitar el estrés de humedad (sequía) en las plantas.

Se estimaron los costos de producción registrados durante el proceso de establecimiento, desarrollo del cultivo, cosecha y trilla. Los costos se dividieron en: a) Costos directos que contabilizan el pago por fertilizantes químicos y orgánicos, agua de riego y pago por labores mecanizadas y manuales y; b) Costos indirectos que incluyeron los gastos generales y el costo de oportunidad de la inversión. Para la estimación de los costos se empleó la siguiente expresión algebraica, basadas en la teoría económica (Krugman y Well, 2006; Samuelson y Nordhaus, 2009 y Ayala *et al*., 2014):

$$CT = PxX$$

Donde *CT* es el costo total ($\$\ ha^{-1}$); *Px* es el precio del insumo o actividad y *X* es el insumo o actividad.

El ingreso total se estimó con los rendimientos obtenidos en campo y el precio del grano, el cual se obtuvo a partir del monitoreo en la industria aceitera realizado en 2014. La fórmula para el cálculo del ingreso total es la siguiente:

$$IT = PyY$$

Donde *IT* es el ingreso total ($\$\ ha^{-1}$); *Py* es el precio del producto ($\$\ t^{-1}$) y *Y* es el rendimiento del cultivo ($t\ ha^{-1}$).

Para determinar la rentabilidad de la higuerilla se calculó la utilidad bruta y la relación beneficio costo (R B/C) del cultivo. La utilidad bruta es la diferencia entre los ingresos totales y los costos de producción; mientras que, la relación beneficio costo es el cociente entre los ingresos y los costos totales.

$$Utilidad\ Bruta = IT - CT$$

$$R\ B/C = \frac{Ingreso\ total}{Costos\ de\ producción}$$

Si la *RBC* es igual a la unidad, entonces la actividad no generó pérdidas ni ganancias, lo que significa que la inversión realizada no se recuperó satisfactoriamente. Si la *RBC* es mayor a la unidad entonces la actividad presentó rentabilidad y generó ganancia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El costo de producción de la higuerilla se estimó en 16,526 $ ha^{-1}, los costos que representan una mayor inversión son las actividades manuales, ya que la higuerilla es un cultivo que requiere de 51 jornales por ha para su producción. Lo anterior, debido a la falta de maquinaria especializada para este cultivo de reciente introducción en Durango. Por ello, la mano de obra es un factor que determinó en gran medida el alto costo de producción del cultivo. Por su parte, en los insumos agrícolas, el gasto más elevado es la compra de semilla ($1,800 por cinco kg); ya que no requiere de una gran inversión en la adquisición de productos químicos para la fertilización, control de enfermedades y plagas. En términos porcentuales, la producción de grano de higuerilla implica realizar erogaciones en los siguientes conceptos: mano de obra 56 %, maquinaria 18 %, semilla 11 %, fertilizantes 5 %, riego 3 % y 7% de gastos indirectos.

Cuadro 1. Costos de producción de higuerilla, Durango, Méx., 2014.

Concepto	Costo total ($ ha^{-1})
Costos directos	
Labores mecanizadas	3,000
Labores manuales	9,180
Insumos	3,050
Costos indirectos	
Costo de oportunidad de la inversión	534
Gastos generales	762
Costos totales	16,526

En el Cuadro 2 se observan la inversión, el ingreso total y la utilidad de la producción de higuerilla. De acuerdo con los datos obtenidos, el rendimiento promedio de la producción 2.47 t ha^{-1}. El precio de venta promedio fue de $13,000 t, se estimó un costo por tonelada de $6,691 y un ingreso por ha de $32,110.

Cuadro 2. Indicadores de la rentabilidad en el cultivo de higuerilla en Durango, 2014.

Concepto	Cultivo de higuerilla
Costo de producción ($ ha^{-1})	16,526
Rendimiento (t ha^{-1})	2.47
Precio de venta ($ t^{-1})	13,000
Costo de producción por tonelada ($ t^{-1})	6,691
Ingreso total ($ ha^{-1})	32,110
Utilidad Bruta ($ ha^{-1})	15,584
Relación B/C	1.94
Rentabilidad (%)	94.3

La relación B/C de la producción de higuerilla en Durango fue de 1.94, lo que significó que por cada peso invertido en la producción, se obtuvo una ganancia de $0.94. La rentabilidad se puede interpretar en términos porcentuales, es decir, si un productor invierte en el cultivo de higuerilla incrementaría en 94 % su inversión inicial. Lo anterior, representó una mayor utilidad si se compara con otro tipo de inversión (Islas e Islas, 2001), por ejemplo, si la inversión se hubiera colocado en CETES, por seis meses, el rendimiento generado en 2014 hubiese sido de 18 % (BANXICO, 2014), en tanto que la producción de higuerilla regresó el costo de oportunidad más una utilidad del 80 %.

CONCLUSIONES

El cultivo de la higuerilla en Durango requirió de un considerable uso de mano de obra, por lo que los costos de producción están determinados en gran medida por este rubro. La semilla es otro concepto que también implicó un porcentaje importante en los costos totales.

La higuerilla es un cultivo que representa una alternativa rentable para los productores, ya que les permite recuperar sus costos de producción y obtener un utilidad del 94 % sobre la inversión inicial, además de tener posibilidades en la comercialización del grano y como fuente de proteína para balanceo de raciones para el ganado bovino.

AGRADECIMIENTO

Se agradece el apoyo otorgado por el fondo SAGARPA-CONACYT a través del proyecto: “Diseño, construcción, adaptación y/o evaluación de maquinaria y equipo para la cosecha y procesamiento de la semilla de higuerilla (*Ricinus communis*) y las prácticas agrícolas relacionadas con la cosecha”. SAGARPA-CONACYT 2011-10-169049.

IBLIOGRAFÍA

Ayala, G. A. V.; Rivas, V. P.; Cortes, E. L.; De la O, O. M.; Escobedo, L. D. y Espitia, R. E. 2014. La rentabilidad del cultivo de amaranto (*Amaranthus* spp.) en la región centro de México. *Ciencia ergo-sum*. 21(1):47-54.

BANXICO (Banco de México). 2014. Estadísticas: tasas de cambio. Disponible en: http://www.banxico.org.mx/. Consultado en julio de 2015.

García M., E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 4a. ed. Enriqueta García de Miranda. México, D. F. 217 p.

Islas, G. J. e Islas, G. F. 2001. Rentabilidad de los cultivos de amaranto y maíz para grano en la zona Central de México. Agricultura Técnica en México. 7(2): 143-151

Krugman, P. R. y Wells, R. 2006. Introducción a la economía: microeconomía. Barcelona, España: Reverte.

Rico, P. H. R.; Tapia, V. L. M.; Teniente, O. R.; González, A. A.; Hernández, M. M.; Solís, B. J. L. y Zamarripa, C. A. 2011. Guía para cultivar higuerilla (*Ricinus communis* L.) en Michoacán. Libro técnico No. 1. INIFAP. 42 p.

Salazar, S. L. M.; Rosales, S. R.; Jiménez, O. R.; Ríos, S. J. C. y Breton, V. B. A. 2014. Rendimiento de la higuerilla (*Ricinus communis* L.) cultivada en dos densidades de población. Agrofaz. 14 (1): 129-135.

Samuelson, P. A. y Nordhaus, W. D. 2009. Economía 19. Ed. McGraw-Hill. Madrid.

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE TECNOLOGÍAS PARA EL AHORRO DE AGUA EN VIÑEDOS DE AGUASCALIENTES.

Mercedes Borja Bravo* y Manuel Antonio Galindo Reyes*.

*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Pabellón, Km. 32.5 carretera Aguascalientes-Zacatecas, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. Correo electrónico: borja.mercedes@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En Aguascalientes, el 78% del agua se destina a las actividades agrícolas (CONAGUA, 2014), la alta demanda se explica por las condiciones agroclimáticas que predominan, ya que el 77% del territorio estatal tiene un clima semi-seco con una precipitación media anual de 526 mm, por lo que la actividad agrícola requiere de riego (INEGI, 2009), principalmente para cultivar forrajes, frutales, cereales y hortalizas (SIACON-SIAP, 2013).

Una de las actividades distintivas de Aguascalientes es la viticultura, la cual después de padecer diversos problemas productivos y económicos, entre ellos la escasez de agua por el acelerado descenso de los mantos freáticos de los pozos (INIFAP, 1998); actualmente resurge como una actividad con alto potencial de crecimiento, impulsada por el Gobierno del Estado y los viticultores.

Se han extendido diversos Programas de apoyo, entre ellos el de modernización de la infraestructura hidráulica, con el cual en 2014, el 90% de los productores dedicados a la viticultura contaban con sistemas de riego por goteo (SEDRAE, 2014). Sin embargo, se observa un crecimiento significativo en la plantación de uva para mesa que demanda una mayor cantidad de agua comparada con la uva para la industria. Ante la escasez de este recurso, la investigación se ha reorientado a buscar sistemas de riego más eficientes en el ahorro de agua (Chávez, 1999).

Entre las tecnologías que permiten mejorar la eficiencia del aprovechamiento de este recurso está la de acolchado de suelos, que consiste en colocar sobre la superficie una capa protectora formada por materiales de origen vegetal (paja, hojas secas, rastrojo, etc.), de origen mineral (grava y arena) y con una película plástica (Zermeño, 2003). A parte del ahorro significativo en el uso de agua, los acolchados resultan ser una alternativa que permite aumentar los rendimientos, adelantar tiempos en la cosecha, mejorar la calidad del producto y ahorro en mano de obra (Valenzuela y Gutiérrez, 1999).

Aun cuando los acolchados representan una alternativa tecnológica para el mejor aprovechamiento del agua e incrementos en el rendimiento en la producción de uva, es relevante realizar el análisis económico de diferentes técnicas de acolchado y sistemas de riego

que permitan dar recomendaciones más certeras y económicamente viables a los viticultores, con ellos no solo se fomenta el uso eficiente de agua, sino que también se minimizan los costos asociados a la producción. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue realizar la evaluación económica de diferentes técnicas de acolchado (vegetales, minerales y plásticas) y el sistema de riego subterráneo en la producción de uva para mesa, con la finalidad de determinar el sistema más eficiente económicamente en el ahorro de agua.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se condujo en los años 2013-2014 en los viñedos Santa Mónica ubicado en San Francisco de los Romo Aguascalientes. La evaluación se hizo para cuatro sistemas con métodos diferentes de cobertura y un nuevo sistema de riego: a) cobertura de plástico; b) cobertura de paja; c) Ground Cover y d) Sistema de Riego Subterráneo (RGS), comparados con el riego por goteo superficial que es el sistema que tienen los productores en su viñedo. Para determinar la tecnología con mayor ahorro económico y de agua, se calcularon los costos de producción del cultivo, considerando los insumos que requirió cada sistema.

Los costos de producción calculados consideran los precios observados en el ciclo primavera-verano 2014. Basados en Ayala *et al*. (2014), González y Fuentes (2013), Di Vita y D´Amico (2013) los costos fueron divididos en: a) Costos directos que contabilizan el pago por fertilizantes químicos y orgánicos, plaguicidas, fungicidas, herbicidas, agua de riego, insumos utilizados para el acolchado del suelo, sistema de riego y pago por labores mecanizadas y manuales y; b) Costos indirectos que incluyeron el gasto anualizado por reposición de equipo, implementos y herramientas, el mantenimiento del sistema de riego por goteo, y los gastos generales como gastos de acarreo y traslado y el costo de oportunidad del dinero.

Considerando al sistema *r,* que usa *i* insumos en el proceso de producción, el costo de producción que desembolsa en cada sistema se puede calcular de la siguiente manera:

$$CT_r = \sum_{i=1}^{I} \left[p_{ri} \times x_{ri} \right]$$

donde *CT* es el costo total de producción del sistema *r*; p_{ri} es el precio del insumo *i*; x_{ri} es la cantidad de insumo *i* que compra y se utiliza en el sistema *r*.

Para estimar el ingreso se utilizó el precio de venta del productor de la variedad Globo Rojo, el cual fue monitoreado con los productores de la región y el rendimiento promedio alcanzado en cada sistema, esto es.

$$IT_r = p_r \times y_r$$

donde *IT* es el ingreso total que se obtuvo en cada sistema*r*; p_r es el precio de venta de la uva recibido por el productor y; y_r es el rendimiento obtenido en el sistema *r*.

La rentabilidad del sistema *r* es la diferencia entre el ingreso total y el costo total de producción, esto es.

$$R_r = [p_r \times y_r] - \sum_{i=1}^{I} [p_{ri} \times x_{ri}] = IT_r - CT_r$$

Se calculó la Relación Beneficio-Costo (*RBC*) de cada sistema (Ugalde *et al.*, 2011). Este indicador mide los beneficios obtenidos por cada peso invertido en la producción de una ha de vid. La fórmula para obtener la *RBC* a nivel de sistema es la siguiente:

$$RBC_r = \frac{[p_r \times y_r]}{\sum_{i=1}^{I} [p_{ri} \times x_{ri}]} = \frac{IT_r}{CT_r}$$

Se midió la cantidad de agua que se requirió en cada uno de los tipos de cobertura, se estimó el precio del agua a partir del gasto que realizan los productores por cada riego. Los datos se utilizaron para determinar las diferencias en volumen y costo por el agua.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestran los resultados correspondientes a los costos de producción por hectárea de cada sistema. La cobertura de suelo con Ground Cover es la tecnología más cara, ya que la inversión en el material que se requiere para la implementación de esta técnica es casi el doble (94.4%) de lo que demanda el sistema de riego por goteo. Dentro de la estructura de costos de producción (Cuadro 2), se observa un incremento considerable en los gastos pagados por los insumos lo que es generado por el pago de los materiales que se requieren para el establecimiento de las tecnologías de acolchado y riego.

En la estructura de costos de producción del sistema testigo, la mano de obra representa el mayor porcentaje de costos debido a que la uva demanda una gran cantidad de mano de obra por el cuidado que se debe dar al fruto. Esta situación no solo se presenta en Aguascalientes, ya que según los resultados obtenidos por Torres (2013), en la zona productora de Sonora también se presenta esta situación. Sin embargo, con las tecnologías de acolchado (plástico, paja y Ground cover) el uso de mano de obra disminuyó en 9 jornales. Lo anterior se originó por la menor demanda de mano de obra para la aplicación de riegos; además de que los acolchados permiten una menor proliferación de malezas (Ibarra *et al.,* 1999) lo que disminuye la cantidad de mano de obra empleada en el deshierbe y que en el caso del cultivo de vid se realiza prácticamente manual.

Cuadro 1. Costos de producción por hectárea en diversos sistemas para ahorro de agua en uva Red Globe en Aguascalientes, 2014.

Costos	Testigo	Cubierta de plástico	Cubierta con paja	Ground Cover	RGS
Costos totales	35,834	51,717	41,371	75,778	54,095
Inversión en insumos de las tecnologías	0	13,920	6,800	33,850	18,280

Cuadro 2. Estructura de los costos de producción de uva Red Globe en diversos sistemas para ahorro de agua, 2014.

Concepto	Testigo	Cubierta de plástico	Cubierta con paja	Ground Cover	RGS
			% del costo total		
Mantenimiento de la inversión	11	14	9	15	7
Riego	6	3	4	2	3
Labores mecanizadas	6	5	7	3	5
Labores manuales	41	31	36	21	29
Insumos	32	44	40	57	53
Gastos generales	4	3	4	2	3
Total	100	100	100	100	100

Los rendimientos más altos se obtuvieron en el sistema de cobertura plástica y los menores fueron los de cobertura con paja (Cuadro 3). La cobertura plástica logro incrementar la producción de uva en 10% comparado con testigo, mientras que las otras tecnologías no superaron los rendimientos obtenidos en el testigo. Al respecto Ibarra (1996) señaló que el acolchado plástico puede incrementar los rendimiento en 56%, pero que los efectos más significativos se dan en plantaciones recientes, ya que en plantaciones adultas no estimula el rendimiento, aunque si se logra el control, de maleza.

Cuadro 3. Ingreso y utilidad de la producción de uva Red Globe en diversos sistemas para ahorro de agua en Aguascalientes, 2014.

Concepto	Testigo	Cubierta de plástico	Cubierta con paja	Ground Cover	RGS
Costos totales ($ha^{-1})	35,834	46,157	41,371	56,612	35,335
Rendimientos (tha^{-1})	22	24.2	15.4	19.7	19.8
Costo por tonelada ($\$t^{-1}$)	1,629	1,907	2,686	2,874	1,785
Precio de venta($\$t^{-1}$)	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
Utilidad por tonelada ($\$t^{-1}$)	6,371	6,093	5,314	5,126	6,215
Ingreso total ($ha^{-1})	176,000	193,600	123,200	157,600	158,400
Utilidad Neta ($ha^{-1})	140,166	147,443	81,829	100,988	123,065
Relación B/C	4.9	4.2	3	2.8	4.5

El menor costo unitario lo obtuvo el riego por goteo (testigo) y el RGS, por lo tanto son los sistemas que muestran mayor utilidad unitaria; económicamente se interpreta que los menores costos unitarios se relacionan con los mayores rendimientos obtenidos y por lo tanto mayor productividad (Ayala *et al.,* 2014). Por otro lado, de entre los sistemas con coberturas, el acolchado plástico es el que menor costo unitario mostró, por lo cual su productividad es mayor, comparado con la cobertura de paja y Ground cover, ya que al obtener un mayor rendimiento el costo por tonelada es menor, lo que repercute directamente en la ganancia unitaria (Ayala *et al.,* 2013). El acolchado plástico fue el sistema con mayor utilidad neta, aun cuando no tiene el menor costo unitario, sin embargo la mayor relación beneficio costo fue para los sistemas de riego superficial y subterráneo.

Con respecto al ahorro de agua, se estimó que anualmente para una hectárea de uva se utilizan en promedio 3,744 metros cúbicos de agua bajo el sistema de riego por goteo, pero esta cifra puede duplicarse si se utiliza riego por gravedad. Bajo los sistemas considerados en este trabajo, se puede generar un ahorro de agua entre el 37.5% al 48.4%. Los sistemas más eficientes en ahorro de agua fueron el sistema de riego subterráneo y acolchado plástico (Cuadro 4). No solo, se observaron beneficios en la cantidad de agua, si no que esto se visualiza en términos monetarios, al tener ahorros monetarios en el costo del agua del 48. 4 y 46.3% comparado con el sistema testigo.

Cuadro 4. Consumo y ahorro de agua para diferentes métodos de acolchado y riego en la producción de uva Red Globe en Aguascalientes.

Sistema	Volumen de agua de riego (m^3)	Ahorro en agua (%)	Costo de agua (Centavos/m3)	Costo total del agua ($)	Ahorro ($)
Testigo	3,744	0	78	2,920	0
Plástico	2,012	46.3	78	1,569	1,351
Paja	2,341	37.5	78	1,826	1,094
Ground Cover	2,128	43.2	78	1,660	1,260
RGS	1,932	48.4	78	1,507	1,413

CONCLUSIONES

El riego por goteo en la producción de uva para mesa en Aguascalientes, es económicamente viable, debido a los bajos costos unitarios que representa la implementación de la tecnología; sin embargo, existen deficiencias al consumir gran cantidad de agua comparado con otros sistemas.

Las tecnologías que permiten tener un mayor ahorro en agua son el riego por goteo subterráneo y acolchado plástico. Estas tecnologías tienen un elevado costo de producción asociado a la inversión en insumos que requieren para su implementación; por lo que es necesario eficientizar el uso de estas tecnologías y buscar mecanismos que eleven la productividad de los sistemas a partir del incremento en los rendimientos y el menor costo de producción, esto con la finalidad de potencializar dichas tecnologías para que logren una alta productividad de los viñedos y a la vez el ahorro en el consumo de agua.

BIBLIOGRAFÍA

Ayala, G. A. V.; Schwentesius, R. R.; De la O, O. M.; Preciado, R. P.; Almaguer, V. G. y Rivas, V. P.; Cortes. 2013. Análisis de rentabilidad de la producción de maíz en la región de Tulancingo, Hidalgo, México. Agricultura, Sociedad y Desarrollo. 10: 381-395.

Ayala, G. A. V.; Rivas, V. P.; Cortes, E. L.; De la O, O. M.; Escobedo, L. D. y Espitia, R. E. 2014. La rentabilidad del cultivo de amaranto (*Amaranthus* spp.) en la región centro de México. Ciencia ergo-sum. 21:47-54.

Chávez, L. T. 1999. Requerimientos hídricos de cultivos bajo sistemas de fertirrigación. Terra. 17(3): 237-245.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2014. Estadisticas del aguan en México, edición 2013. Mexico D. F. 239 p.

Di Vita, G. and D´Amico, M. 2013. Origin designation and profitability for small winw grape growers: evidence form a comparative study. Economics of Agriculture. 1(60): 7-24.

González, A. S. y Fuentes, F. A. A. 2013. Matriz de insumo-producto vitivinícola de Baja California, México. Revista de economía. 30(81):57-88.

Ibarra, J. L.; Macias, H. H. I. y Silva, P. F. D. 1996. Ventajas del acolchado plástico negro en vid. Agrociencia. 30 (3): 401-404.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2009. Información por entidad: Aguascalientes.Disponible en: http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/ags/territorio/div_municipal.aspx?tema=me&e=01. Consultado en junio de 2015.

INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, agricolas y Pecuarias).1998. Guía para la asistencia técnica agrícola. 4ta. Edición. INIFAP. Aguascalientes, México. 429 p.

SEDRAE (Secretaría de Desarrollo Rural y Agroempresarias). 2014. Vitivinicultura: resurgir de una tradición. Agrósfera: la nueva visión agroalimentaria. (2): 1-18.

SIACON-SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta- Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2013. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta, 1980-2013. Disponible en: http://www.siap.gob.mx/optestadisticasiacon2012parcialsiacon-zip/. Consultado en junio de 2015.

Ugalde, A. F. J.; Tosquy, V. O. H.; López, S. E. y Nicolás, N. F. 2011. Productividad y rentabilidad del cultivo de frijol con fertirriego en Veracruz, México. Agronomía Mesoamericana. 22(1): 29-36.

Valenzuela, P. A. y Gutiérrez, H. C. 1999. Acolchado de suelo mediante filmes de polietileno. *El Agroeconomico, Maio. Fundación Chile*.

Zermeño, G. H. 2003. Uso de plasticos en la agricultura. Capitulo VIII. 146-165 pp. In: Salazar, S. E.; Foertis, H. M.; Vázquez, A. A. y Vázquez, V. C. (Eds.). Abonos organicos y plasticultura. Durango, México.

EL PERÍODO DE CRECIMIENTO EN PABELLÓN DE ARTEAGA AGUASCALIENTES

Osías Ruíz Álvarez[1], José Ariel Ruíz Corral[2], Manuel Antonio Galindo Reyes[1], Francisco Garibaldi Márquez[1] y Arturo Corrales Suastegui[1].

[1] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Pabellón, Km 32.5 Carretera Aguascalientes-Zacatecas. Pabellón de Arteaga, Aguascalientes. 20660. Correo-e: ruiz.osias@inifap.gob.mx. [2] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco, Km 8 Carretera libre Tepatitlán-Lagos de Moreno. Tepatitlán, Jalisco. 47600.

INTRODUCCIÓN

Los estudios de determinación del potencial agrícola y climático ya estaban vigentes en ciencias hidrológicas desde antes que la FAO desarrollara su metodología para estudios de zonificación agrícola. Estos trabajos se basan en la necesidad de conocer, con cierto grado de seguridad, la posibilidad con la que se puede establecer un cultivo en una región determinada sin que fenómenos meteorológicos extremos lo pongan en riesgo o lo arrasen. En las últimas décadas (1970 a la fecha) las compañías aseguradoras agrícolas han demandado este tipo de estudios de manera muy agresiva por lo que se tuvo que exportar conocimientos en probabilidad y estadística, modelaje y matemáticas a la disciplina de agronomía y así conocer probabilidad de heladas, duración de la estación lluviosa, la probabilidad de que en una determinada región y tiempo se presente una lámina de precipitación, entre otros.

En el ámbito internacional, varios investigadores han realizado este tipo de trabajos (Thom, 1959; Sivakumar, 1988). En México, también existen aplicaciones de los modelos de probabilidad a parámetros agroclimatológicos, por ejemplo; Ruíz *et al.* (2012) utilizaron una función de densidad de probabilidades y la cadena de Markov para establecer el inicio de la estación lluviosa y períodos de sequía en el estado de Tabasco, lo cual es importante para que los productores realicen siembras seguras. Ortiz (1987) describe y utiliza una metodología para conocer fechas óptimas de establecimiento de cultivos con bajo riesgo por heladas y falta de humedad edáfica, esto como un componente del estudio de potencial productivo para varias regiones de la república mexicana. Arteaga *et al.* (2006) estudiaron el período de crecimiento (PC) a diferentes niveles de probabilidad (P) en varias localidades del Estado de México.

A pesar de que en México se han realizado algunos estudios del PC, este tipo de trabajos son escasos aún cuando la mayor superficie agrícola es de temporal y se encuentra en regiones con clima extremos (altiplanos desérticos) donde los daños por heladas son considerables y se presentan en años aleatorios. Se requiere que en México se actualicen los sistemas de información con caracterizaciones agroclimatológicas donde se utilicen bases de datos

climáticos amplias y extensas y así se considere la variabilidad climática registrada en los últimos años. El presente trabajo es preliminar y tiene como objetivo presentar el período de crecimiento (PC), la fecha de la primera (PH) y última helada (UH) meteorológica ($T_{min} \leq 0°C$) del año con baja probabilidad de ocurrencia en la localidad de Pabellón de Arteaga, Aguascalientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron datos diarios de temperatura mínima de la estación Campo Experimental Pabellón perteneciente al Servicio Meteorológico Nacional de la Comisión Nacional del Agua. Esta estación cuenta con una serie de tiempo de 56 años (1943-2005), se ubica a 21° 54´ 57.6" de latitud Norte, -101° 58´ 8.3999998" de longitud Oeste y 1909 msnm.

Se determinó la fecha de la primer helada temprana, la cual ocurre en el período 1 de julio - 31 de diciembre; así también se determinó la fecha de la última helada tardía, esta se encuentra en el período 1 de enero - 31 de junio. El umbral utilizado para que una temperatura mínima se considere helada fue el de 0°C. Las fechas de ambas heladas de cada año se convirtieron a días julianos.

Los días julianos en los que se presenta cada helada se sometieron a un análisis probabilístico con la distribución normal (Infante y Zárate, 2001), la cual consiste en:

$$f_x(x) = \begin{cases} \dfrac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\left\{\frac{1}{2\sigma^2}(x-\mu)^2\right\}}; -\infty < x < \infty \\ 0, de\ otra\ manera \end{cases}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los estadísticos básicos calculados a partir del día juliano en el que ocurrió la última helada tardía en Pabellón de Arteaga. En esta localidad, en promedio, la última helada tardía se presenta el día 73 (14 de marzo); los valores mínimo y máximo indican que a lo largo de la serie han habido años en los que esta helada se ha presentado entre los días 30 (30 de enero) y 128 (8 de mayo), esta variación en la fecha de hiele se debe a la variabilidad climática interanual que hay en el sitio. La variabilidad en la fecha de la helada obliga a que el sector agrícola local cuente con opciones, sino de cultivos, al menos de variedades con capacidad de resistir heladas en las primeras etapas de desarrollo.

Cuadro 1. Estadísticos básicos de la última helada tardía en Pabellón de Arteaga, Aguascalientes.	
Promedio	72.75*
Desviación estándar	19.69
Mínimo	30*
Máximo	128*
*día juliano	

En el Cuadro 2 se presentan los estadísticos básicos calculados a partir del día juliano en el que ocurrió la primera helada temprana en Pabellón de Arteaga. En esta localidad, en promedio, la primera helada temprana se presenta el día 320 (16 de noviembre); los valores mínimo y máximo indican que a lo largo de la serie han habido años en los que esta helada se ha presentado entre los días 286 (13 de octubre) y 352 (18 de diciembre). Se recomienda que para minimizar el riesgo de heladas tempranas, el cultivo se establezca lo más anticipado posible para que a la fecha de la primera helada el cultivo ya se encuentre en madurez.

Cuadro 2. Estadísticos básicos de la primera helada temprana en Pabellón de Arteaga, Aguascalientes.	
Promedio	319.74*
Desviación estándar	14.51
Mínimo	286*
Máximo	352*
*día juliano	

En el Cuadro 3 se presentan los estadísticos básicos del período de crecimiento en Pabellón de Arteaga. En esta zona, en promedio, el PC tiene una duración de 250 días; los valores mínimo y máximo indican que a lo largo de la serie han habido años en que el PC ha durado desde 189 a 333 días. No obstante el conocimiento del valor promedio de duración de PC no tiene gran valor agrícola puesto que cuenta con una incertidumbre de no saber a precisión la duración del PC.

Cuadro 3. Estadísticos básicos del PC en pabellón de Arteaga, Aguascalientes.	
Promedio	249.41*
Desviación estándar	28.63
Mínimo	189*
Máximo	333*
*días	

Las fechas de la última helada tardía y primera helada temprana al 20 % de probabilidad para la región de Pabellón de Arteaga se presentan en el Cuadro 4. Este nivel de probabilidad brinda una confiabilidad aceptable en las fechas pronosticadas puesto que es bajo, e indica que en solo un año de cada cinco el cultivo puede verse afectado por una helada, lo cual es un valor

bastante permisible. Así, la duración del PC al 20 % de probabilidad es de 225 días, esto indica que solo uno de cada cinco años el PC durará menos de 225 días. Ante esta longitud del PC, los planeadores de desarrollo agrícola, técnicos y productores tienen elementos para tomar una decisión respecto de cultivo y variedad a utilizar en esta región de estudio.

Cuadro 4. Período de crecimiento al 20 % de probabilidad en Pabellón de Arteaga, Aguascalientes.

Ultima helada tardía	Primera helada temprana
30 de marzo	4 de noviembre
Duración del PC al 20 % de probabilidad	225 días

Finalmente, en la Figura 1 se presentan las curvas probabilísticas obtenidas para las heladas tempranas y tardías. El espacio resultante entre ambas curvas corresponde al PC o período libre de heladas (en días), se recomienda que los actores involucrados en la agricultura trabajen con el PC que resulta de probabilidades menores o iguales al 20 % debido al bajo riesgo que existe.

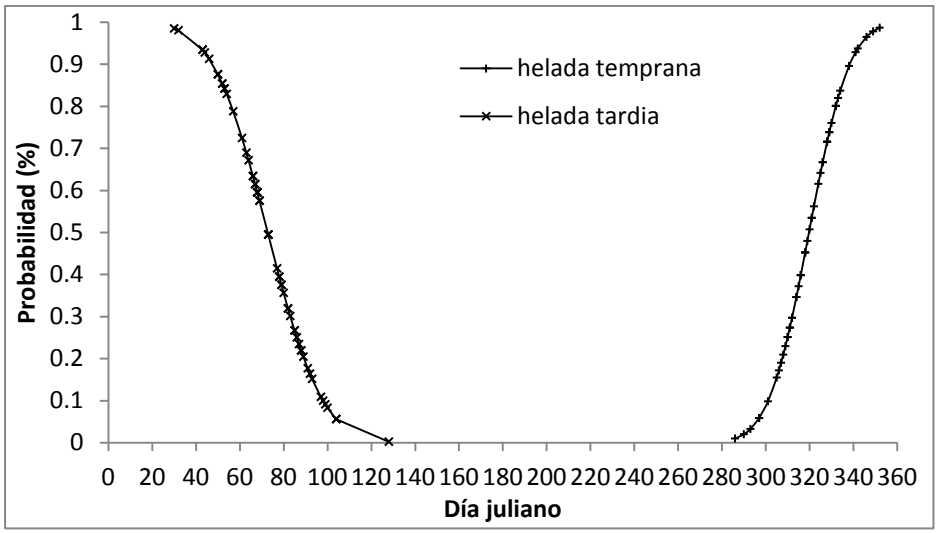


Figura 1. Curvas de probabilidad de la última helada tardía y de la primera helada temprana.

CONCLUSIONES

En Pabellón de Arteaga, en promedio, la última helada tardía se presenta el 14 de marzo; y el rango de variación de la fecha varía entre el 30 de enero y el 8 de mayo. Por otra parte, en promedio, la primera helada temprana se presenta el 16 de noviembre con un rango de variación del 13 de octubre al 18 de diciembre. No se recomienda el uso de estos valores medios debido a que son el 50 % de P.

En Pabellón de Arteaga, y al considerar un 20 % de P, la última helada tardía se presenta el 30 de marzo y la primera helada temprana el 4 de noviembre, lo cual origina un PC de 225 D con bajo riesgo de heladas.

BIBLIOGRAFÍA

Arteaga, R. R., Vázquez P. M. A., Coras M. P. y V. Ángeles M. 2006. Componentes de la estación de crecimiento, variación temporal y espacial en Chapingo, México. Ingeniería hidráulica en México. 21: 57-68.

Infante, G. S., y G. P. Zárate de L. 2001. Métodos Estadísticos. Trillas. Segunda edición. México, D.F. 643 p.

Ortiz, S. C. A. Elementos de agrometeorología cuantitativa con aplicaciones en la república mexicana. Chapingo, México. Universidad Autónoma Chapingo, 1987, 327 pp.

Ruíz, A. O., Arteaga R. R., Vázquez P. M. A., Ontiveros C. R.E. y R. López L. 2012. Inicio de la estación de crecimiento y periodos secos en Tabasco, México. Tecnología y Ciencias del Agua. 2: 85-102.

Sivakumar, K. 1988. Predicting rainy season potential from the onset of rains in southern Sahelian and Sudanian climatic zones of west Africa. Agricultural and Forest Meteorology. 42: 295-305.

Thom, S. 1959. The distribution of freeze data and freeze-free period for climatological series with freeze-less years. Monthly Weather Review. 87: 139-144.

COMPARACIÓN DE MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DE CARBONO ORGÁNICO TOTAL EN SUELOS DE TEPATITLAN, JALISCO

Lourdes Lucía López Romero [(1)], Irma Julieta González Acuña [(2)]

[1] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro Nacional de Investigación Disciplinaria Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera (CENID-RASPA). Km. 6.5 margen derecha Canal de Sacramento, Gómez Palacio, Durango, C.P. 35140. [2] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Kilómetro 6 Carretera Internacional México–Nogales Núm. 100, Santiago Ixcuintla, Nayarit, C.P 63600. Correspondencia: lopez.lucia@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La materia orgánica del suelo (MOS) es uno de los factores más importantes en el control de las características físicas e hidrológicas de los suelos y una fuente de nutrientes esenciales para la producción de biomasa vegetal en los distintos ecosistemas terrestres. La MOS es además de vital importancia como fuente de energía para la flora y la fauna edáficas, y sustrato para sostener la diversidad biológica del suelo y sus numerosas funciones (Dubeux *et al.,* 2006). En una fracción de ella, se localiza el carbono orgánico (CO), que se relaciona más específicamente con la porosidad del suelo y con la disponibilidad de nutrientes al aumentar su solubilidad (Martínez *et al*., 2008). En algunas regiones, principalmente áridas o semiáridas, ocurre el secuestro de carbono inorgánico (CI) que se identifica en los carbonatos minerales (Nelson & Sommers, 1996), principalmente como carbonato cálcico, y que adquiere relevancia para atenuar el efecto invernadero (Sánchez *et al*., 2004). Ambos constituyen el carbono total del suelo (CT) Debido al efecto positivo que implica el contenido de materia orgánica y carbono en el suelo, es necesario determinarlos con exactitud.

Se han desarrollado una gran cantidad de técnicas analíticas que permiten cuantificar tanto el contenido de MOS, como el de carbono orgánico total (COT) o el C fácilmente oxidable (CFO). En general, la determinación del CO de las fracciones de la MOS se realiza mediante combustión por vía húmeda (Walkley & Black, 1934), por ignición (Davies, 1974) o mediante el uso de un autoanalizador (Cambardella *et al*., 2001). De acuerdo con Carreira (2005), el método de Walkley & Black (1934) es de los más utilizados en los laboratorios de análisis de suelos. Consiste en la oxidación húmeda de la muestra de suelo con dicromato de potasio en medio ácido. El calor desprendido, durante la incorporación del ácido sulfúrico, es el que permite la oxidación parcial del C. En este proceso se reduce el dicromato, equivalente al contenido de C que es oxidado. El dicromato residual es luego titulado con sal ferrrosa (Carreira, 2005). Este método solo estima el CFO, por lo que se utiliza un factor de corrección que varía del 63 al 86%, dependiendo del tipo de suelo y horizonte, para estimar el COT (Rosell *et al*., 2001; Certini

et al., 2002). El factor de corrección generalmente utilizado es 1.32 debido a que se asume que en promedio se oxida el 76% del COT (Rosell *et al*., 2001). Este método es más costoso, invierte más tiempo y es ambientalmente menos recomendable que la determinación por ignición (Videla *et al*., 2008). Así mismo, el contenido de C obtenido por este método, subestima los valores obtenidos mediante los métodos de combustión seca (Mikhailova *et al*., 2003).

El método de perdida por ignición (loss on ignition, LOI) (Schulte & Hopkins, 1996) cuantifica la MOS y se basa en determinar la pérdida de peso de una muestra de suelo sometiéndola a altas temperaturas (Eyherabide *et al*., 2014). Este método sobreestima los contenidos de MOS, dado que junto con la misma se volatilizan otros compuestos que generalmente provienen de las fracciones más finas del suelo (Carreira, 2005). Rosell *et al*. (2001) y Konare *et al*. (2010), reportaron que temperaturas mayores a 500 ºC pueden implicar importantes errores en la determinación de MO por pérdida de dióxido de carbono de los carbonatos, agua estructural de los minerales de arcilla, oxidación del ión ferroso, descomposición de sales hidratadas y óxidos, sin embargo la técnica sigue siendo ampliamente utilizada por su costo económico. Si bajo esta técnica se desea estimar el COT a partir de la MOS se debe utilizar el factor de Van Bemmelen de 1,724, el cual asume que el 58% de la MO está compuesta por C (Tabatabai, 1996).

El método de Dumas o de combustión seca (Grewal *et al*., 1991), permite determinar si el COT es exacto y preciso (McCarty *et al*., 2002) y su uso actual es mediante el empleo de autoanalizadores. Este método es reconocido como el más preciso, teniendo entre sus principales limitaciones la elevada inversión inicial y el requerimiento de personal altamente calificado para su manejo y mantenimiento (Cambardella *et al*., 2001).

El objetivo de este trabajo fue comparar la relación entre las diferentes técnicas para la determinación del carbono orgánico total en suelos de Tepatitlan, Jalisco, tomando como referencia el método de Dumas por combustión total en autoanalizador LECO.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron 24 suelos de la zona de Tepatitlán, Jalisco, con clases texturales variables, en su mayoría arcillas y franco arcillo arenosas, y contenido de carbonatos con menor límite de detección.

Para la determinación de C por el método de W&B se utilizaron 0.5 g de muestra de suelo que fue colocada en un matraz Erlenmeyer de 500 mL. Posteriormente, se agregaron 10 mL de solución de dicromato de potasio 1N y 20 mL de ácido sulfúrico concentrado, realizando movimientos circulares durante aproximadamente 10 segundos. Se dejó reposar durante media hora. Se añadieron 200 mL de agua desionizada, 10 mL de ácido fosfórico concentrado y 1 mL

de indicador difenilamina. Realizado lo anterior, se tituló con sulfato ferroso 1 N hasta obtener un cambio de vire de azul-violeta a verde esmeralda. Con esta técnica se cuantifica el CFO, el cual fue transformado a COT utilizando el factor de corrección general de 1.32, sugerido por Rosell *et al*. (2001).

Para la cuantificación de MO por LOI (calcinación) se siguió el método propuesto por Schulte & Hopkins (1996). Se pesaron 5 g de muestra en crisoles de 15 mL, posteriormente fueron colocados en estufa durante 24 h a 105 ºC. Las muestras fueron enfriadas en desecador y pesadas. Luego se colocaron durante 2 h en una mufla a 360 ºC, posteriormente se transfirieron a un desecador y luego de enfriarse se registró el peso nuevamente. El cálculo de MO se realizó por diferencia de peso en las distintas temperaturas, según:

$$\% \text{ MO} = ((\text{peso } 105\ ^\circ\text{C} - \text{peso } 360\ ^\circ\text{C})*100) / \text{peso } 105\ ^\circ\text{C}$$

Una vez obtenida la concentración de materia orgánica, se estimó el COT utilizando el factor de 1.724 de Van Bemmelen, como lo indica Tabatabai (1996).

Para la determinación de COT mediante el método de Dumas (combustión seca) se utilizó un analizador TruSpec CN LECO. Se pesaron 0.25 g de suelo en papel estaño y se introdujeron al equipo, previa calibración realizada con estándares de suelo certificados provistos por la marca LECO. La combustión de la muestra se realizó a 950 °C utilizando oxígeno UHP (99,9%). El producto de la combustión (CO_2) es cuantificado por medio de una celda IR.

En cada uno de las técnicas utilizadas, se utilizó un estándar de suelo certificado por la marca LECO (2.77 % de C (± 0.05) como muestra control. Para comparar las medias de los porcentajes de COT cuantificado por los métodos de W&B, LOI y Dumas por LECO, se utilizó un diseño completamente aleatorizado y se realizó el análisis de varianza utilizando el procedimiento *one way anova* incluido en las rutinas del programa STATISTICA.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido promedio de COT obtenido y calculado por los tres métodos utilizados, se muestra en la Figura 1. Como puede observarse, la concentración de COT de los suelos analizados por cada uno de los métodos es relativamente baja. Así mismo, se observa una estrecha relación entre los valores de COT obtenidos por Dumas-LECO y WB (Figura 2), coincidiendo con Eyherabide *et al*., 2014, indicando que ambas metodologías no difieren en la cuantificación de COT en suelos. Como es notorio, utilizando el factor general de 1.32 para convertir CFO a COT en W & B, la concentración calculada de C se sobreestima en décimas de porcentaje en

comparación con Dumas-LECO, sin embargo desde el punto de vista agronómico esta diferencia no es relevante.

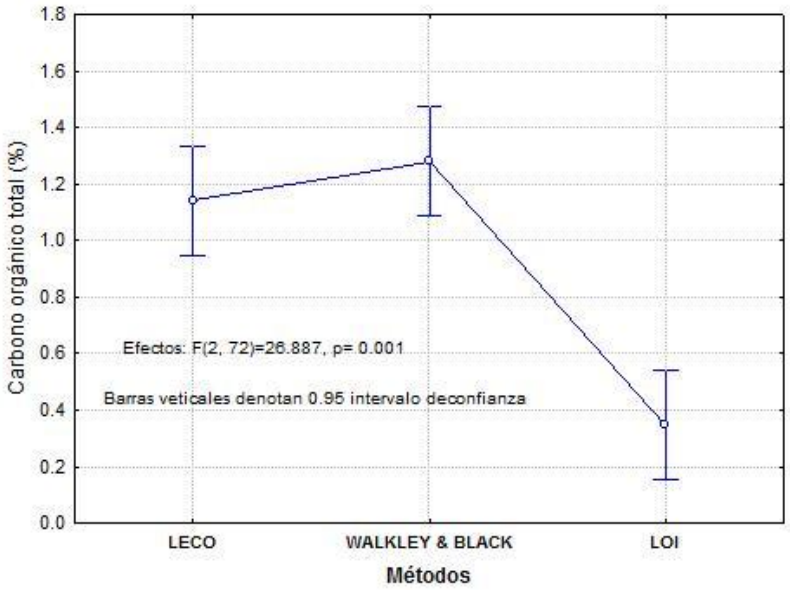


Figura 1. Media del porcentaje de Carbono Orgánico Total obtenido por los métodos de Dumas-LECO, Walkley & Black y perdida por ignición (LOI).

Caso contrario sucedió con la relación entre Dumas-LECO y LOI (Figura 3), en donde el valor de COT subestima considerablemente hasta menos de la mitad de la concentración real obtenida por Dumas-LECO. Este efecto pudiera tener explicación por la baja concentración de COT contenida en los suelos utilizados, así como por los bajos contenidos de MOS de las muestras estudiadas. El método de LOI es ampliamente recomendado para la determinación de MO en residuos orgánicos y/o contenidos altos de CO (López-Macías, 2014; Carmo & Silva, 2012; La Manna *et al*., 2007), pero en suelos difiere según las temperaturas utilizadas en el método para la ignición de la muestra, así como la textura de la misma (Hepper *et al*., 2008). Existen numerosos trabajos donde se utilizan temperaturas de ignición que van desde los 250 a los 600 °C en mufla y diferentes períodos de tiempo, desde 2 hasta 24 h (Combs & Nathan, 1998), sin embargo la técnica propuesta en este ensayo se considera como adecuada por la baja concentración de carbonatos presentes en los suelos utilizados. Otro punto importante a discutir sería el factor 1.724 de Van Bemmelen utilizado para la conversión de MOS a COT. Dado que la proporción de MOS lábil o particulada/MOS humificada cambia con la textura del suelo como lo indican Diovisalvi *et al*. (2010), es probable que este factor cambie entre suelos.

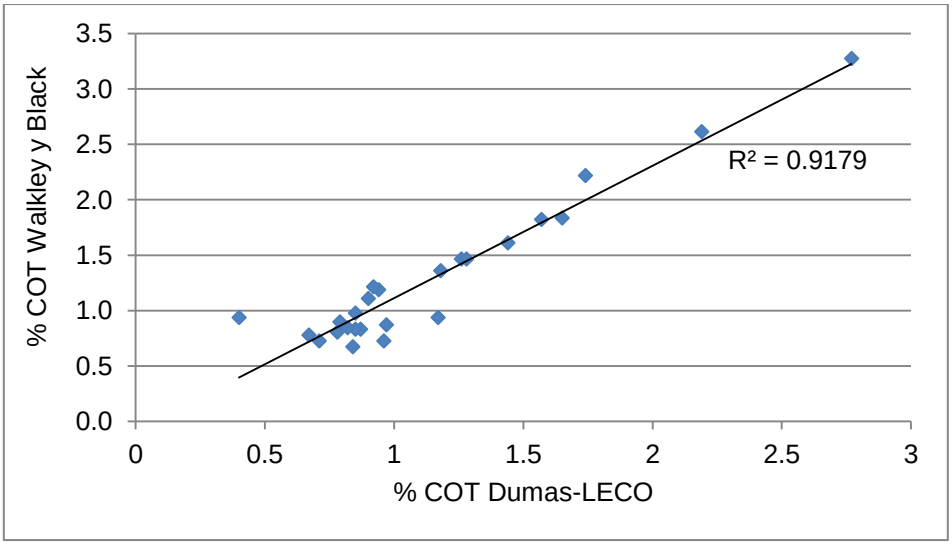


Figura 2. Relación del contenido de carbono orgánico total (% COT) por método de Dumas en autoanalizador LECO y combustión húmeda por Walkley y Black

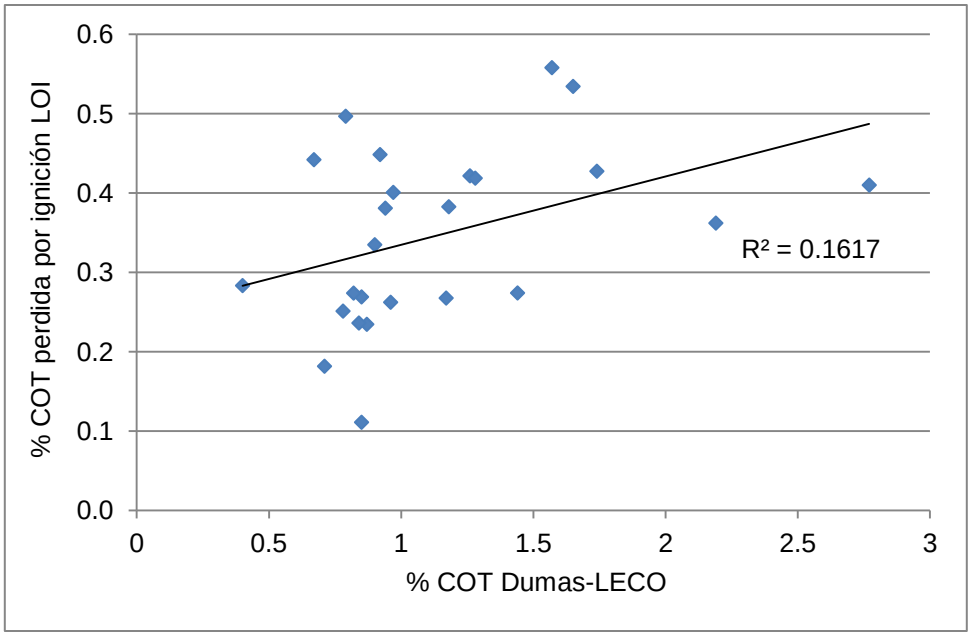


Figura 3. Relación del contenido de carbono orgánico total (% COT) por método de Dumas en autoanalizador LECO y pérdida por ignición LO

CONCLUSIONES

Los métodos de Dumas por autoanalizador LECO y combustión húmeda por Walkley y Black, son los apropiados para la determinación de Carbono Orgánico Total en suelos de la región de Tepatitlán, Jalisco. El método de perdida por ignición LOI, subestima la concentración de COT en suelos de la región de Tepatitlán, Jalisco. Para el uso de éste método es recomendable analizar el factor de conversión de MOS a COT a utilizar, según las propiedades del suelo,

como lo es la textura. El método de combustión Dumas-LECO es considerado como el más exacto, rápido y amigable con el medio ambiente al no generar ningún tipo de residuos tóxicos, aunque a su vez es el más costoso.

BIBLIOGRAFIA

Cambardella, CA; AM Gajda; JW Doran; BJ Wienhold & TA Kettler. 2001. Estimation of particulate and total organic matter by weight loss-on-ignition. P. 349-359. In:R Lal, JM Kimble, R; F Follett & BA Stewart (eds.).Assessment methods for soil carbon. CRC Press, Boca Raton, Florida.

Carmo, Davi Lopes do and SILVA, Carlos Alberto. Métodos de quantificação de carbono e matéria orgânica em resíduos orgânicos. Rev. Bras. Ciênc. Solo [online]. 2012, vol.36, n.4 [cited 2015-07-27], pp. 1211-1220 . Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010006832012000400015&lng=en&nrm=iso>. ISSN 0100-0683. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832012000400015.

Carreira, D. 2005. Carbono oxidable. Una forma de medir la materia orgánica del suelo. En :L Marbán & S Ratto (eds). Tecnologías en análisis de suelos. Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. Pp. 91-102.

Certini, G; G Corti & M Fernández Sanjurjo. 2002. Comparison of two soil organic matter extractants and determination of the «Walkley-Black» correction factors for organic fractions from a volcanic soil. Commun. Soil Sci. Plant Anal.33: 685-693.

Combs, SM & MV Nathan. 1998. Soil Organic Matter. In:Brown, JR (ed)Recommended Chemical Soil Test Procedures for the North Central Region. North Central Regional Research Publication Bull. No. 221 (revised). Missouri Agricultural Experiment Station SB 1001, Univ. of Missouri, Columbia, Mo. p. 53-58

Combs, SM & MV Nathan. 1998. Soil Organic Matter. In:Brown, JR (ed)Recommended Chemical Soil Test Procedures for the North Central Region. North Central Regional Research Publication Bull. No. 221 (revised). Missouri Agricultural Experiment Station SB 1001, Univ. of Missouri, Columbia, Mo. p. 53-58.

Copyright © 1996 Soil Science Society of America and American Society of Agronomy, 677 S. Segoe Rd., Madison, WI 53711, USA. Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods-SSSA Book Series no. 5.

Davies BE. 1974. Loss-‘on-ignition as an estimate of soil organic matter. Soil Sci. Soc. Am. J. Proceedings38:150-151.

Diovisalvi NV; GA Studdert; NI Reussi Calvo & GF Domínguez. 2010. Relación entre el contenido de carbón orgánico particulado y total en suelos con diferente textura. XXII Congreso Argentino de la ciencia del suelo. Rosario. Argentina. Actas en CDDe Vos, B; S Lettens.

Dubeux, JCB Jr; LE Sollenberger; NB Comerford; JM Scholberg & AC Ruggieri et al.2006. Management intensity affects density fractions of soil organic matter from grazed bahiagrass swards. Soil Biology and Biochemistry38(9): 2705-2711

Eyherabide, Mercedes; Sainz Rozas, Hernán; Barbieri, Pablo y Echeverria, Hernán Eduardo. Comparación de métodos para determinar carbono orgánico en suelo. Cienc. suelo [online]. 2014, vol.32, n.1 [citado 2015-07-24], pp. 13-19 . Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672014000100002&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1850-2067.

Grewal, KS; GD Buchan & RR Sherlock. 1991. A comparison of three methods of organic carbon determination in some New Zealand soil. Journal of Soil Sci.42: 251-257.

Hepper, Estela; Urioste, Ana; Belmonte, Valeria y Buschiazzo, Daniel. Temperaturas de quema y propiedades físicas y químicas de suelos de la Región Semiárida Pampeana Central. Cienc. suelo [online]. 2008, vol.26, n.1 [citado 2015-07-27], pp. 29-34 . Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672008000100003&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1850-2067.

Konare, H; RS Yost; M Doumbia; GW McCarty; A Jarju & R Kablan. 2010. Loss on ignition: Measuring soil organic carbon in soils of the Sahel, West Africa. Afr. J. Agric. Res.5(22): 3088-3095.

La Manna, Ludmila et al. 2007. Comparación de métodos analíticos para la determinación de materia orgánica en suelos de la región Andino-Patagónica: efectos de la vegetación y el tipo de suelo.

Cienc. Suelo [online], vol. 25, n.2 [citado 2014-08-12], pp. 179-188. Disponible en:<http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672007000200009&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1850-2067.

López, LL; MA Macías. 2014. Comparación de métodos analíticos tradicionales y automatizados para la cuantificación de carbono orgánico en compostas de estiércol bovino. Memoria de la XXVI Semana Internacional de Agronomía FAZ, UJED. Gómez Palacio, Dgo. Pp. 861-867.

Martínez H., E., J.P. Fuentes E. y E. Acevedo H. 2008. Carbono orgánico y propiedades del suelo. R.C. Suelo Nutr. Veg., 8(1):68-69.

McCarty, G; JB Reeves; VB Reeves; RF Follet & JM Kimble. 2002. MidInfrared and Near-Infrared Diffuse Reflectance Spectroscopy for Soil Carbon Measurement. Soil Sci. Soc. Am. J.66: 640-646.

Mikhailova, E.A., R.R.P. Noble, and C.J. Post. 2003. Comparison of soil organic carbon recovery by Walkley-Black and dry combustion methods in the Russian Chernozein. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 34:1853–1860. doi:10.1081/CSS-120023220

Nelson, D.W. and L.E. Sommers. 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: Methods of Soil Analysis, Part 2, 2nd ed., A.L. Page et al., Ed. Agronomy. 9:961-1010. Am. Soc. of Agron., Inc. Madison, WI.

Rosell, RA; JC Gasparoni & JA Galantini. 2001. Soil organic matter evaluation. En:R Lal; J Kimble; R Follett & B Stewart (eds).Assessment Methods for Soil Carbon. Lewis Publishers, USA. Pp. 311-322

Sánchez J., L. Recatalá y M. Goberna. 2004. Secuestro de carbon inorgánico en el suelo: Una primera aproximación en el ámbito semiárido español. Edafología 11(3):309-317.

Schulte, EE & BG Hopkins. 1996. Estimation of organic matter by weight loss-on-ignition. In:FR Magdoff et al. (ed)Soli organic matter: Analysis and interpretation. SSSA Spec. Publ. 46. SSSA, Madison, WI. P 21-31.

Tabatabai, MA. 1996. Soil organic matter testing: An overview. p. 1-10. In:F Magdoff et al. (eds),Soil Organic Matter: Analysis and Interpretation. SSSA Spec. Pub. 46. American Society of Agronomy. Madison, WI

Videla, Lina Sonia; Rostagno, César Mario y Toyos, María Alicia. La materia orgánica particulada: comparación de métodos para su determinación y su valor como indicador de calidad de suelos del Chubut. Cienc. suelo [online]. 2008, vol.26, n.2 [citado 2015-07-22], pp. 219-227 . Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672008000200013&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1850-2067.

Walkley, A.; Black, I.A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science 37: 29-38.

DINAMICA DE TEMPERATURA EN EL PROCESO DE COMPOSTAJE EN MEZCLAS DE ESTIERCOL BOVINO LECHERO Y RASTROJO DE MAIZ

Lourdes Lucía López Romero [(1)], Jesús Arcadio Muñoz Villalobos [(1)], Uriel Figueroa Viramontes [(2)], María del Rosario Jacobo Saucedo [(1)]

[1] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro Nacional de Investigación Disciplinaria Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera (CENID-RASPA). Km. 6.5 margen derecha Canal de Sacramento, Gómez Palacio, Durango, C.P. 35140. [2] INIFAP, Campo Experimental La Laguna. Blvd. José Santos Valdez 1200 Poniente, Col. Centro, Matamoros, Coahuila C.P. 27440. Correspondencia: lopez.lucia@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En los sistemas de producción de ganado, se generan subproductos como las excretas eliminadas por los animales, las cuales son una fuente importante de nutrimentos que se pueden reciclar en tierras de cultivo. Para su aprovechamiento es necesario el uso de diferentes tecnologías de tratamiento de residuos orgánicos para estabilizar los nutrientes que contienen, a través de procesos controlados que minimicen el riesgo de contaminación ambiental y que a su vez eliminen las bacterias patógenas presentes normalmente en las excretas y que constituyen un riesgo potencial para la salud de los animales y de las personas (Gómez *et al*., 2009; 2011), evitando así el uso desmedido de fertilizantes inorgánicos y fomentando al mismo tiempo la producción orgánica de alimentos. De esta manera, se le otorgará un valor agregado al estiércol implementando opciones de manejo y tratamiento a través de los cuales se favorezca la menor pérdida y se logre tener mayor retención de nutrientes en el producto final (Bernal *et al*., 2009; Gómez *et al.,* 2011). Uno de los procesos biológicos de conversión de residuos más estudiados es el composteo, donde se realiza una descomposición de los desechos orgánicos y disminución de gases de efecto invernadero (Comisión Europea, 2014) hasta llegar a un producto denominado “compost” o composta. En este proceso, se busca mantener un ambiente aerobio ya que los productos finales de un mecanismo anaerobio no son los buscados para ser aplicados en la agronomía y generan una pérdida de nutrientes (Uicab-Brito y Sandoval-Castro, 2003). El proceso de composteo se caracteriza por los metabolismos respiratorios aerobios y por la alternancia de etapas mesotérmicas (10-40ºC) con etapas termogénicas (40-75ºC), con la participación de microorganismos mesófilos y termófilos, respectivamente. Las temperaturas elevadas alcanzadas, son consecuencia de la relación superficie/volumen de las unidades o pilas de composta y de la actividad metabólica de los diferentes grupos fisiológicos incluidos en el proceso. En una unidad de composta (UC) se distinguen dos regiones o zonas: una zona central o núcleo de compostaje, que presenta los cambios térmicos más evidentes, y la corteza

o zona cortical zona que rodea al núcleo, en donde su espesor dependerá de la compactación y textura de los materiales utilizados (Rodríguez-Salinas y Rojas, 2000; Sztern y Pravia 2001). Uicab-Brito y Sandoval Castro (2013) tomaron como base las temperaturas alcanzadas en el núcleo de la unidad de composta, diferenciando las siguientes etapas en el proceso:

Etapa de latencia, presente desde la conformación de la UC hasta el incremento de temperatura. Sztern y Pravia (2001) mencionan que a una temperatura ambiente de 10 y 12 ºC, esta etapa puede durar de 24 a 72 hrs.

Etapa mesotérmica (10-40ºC), presencia de fermentaciones facultativas de la microflora mesófila, en concordancia con respiraciones aeróbicas, en condiciones de aerobiosis actúan Euactinomicetos (aerobios estrictos), importantes en la producción de antibióticos. Etapa termogénica 1 (40-75ºC): se sustituye a la microflora mesófila por la termófila, por la acción de Bacilos y Actinomicetos termófilos. Por lo general, se eliminan todos los organismos mesófilos patógenos, hongos, esporas, semillas y elementos biológicos indeseables.

Etapa mesotérmica 2: con el agotamiento de los nutrientes, y la desaparición de los organismos termófilos, desciende la temperatura. En el momento en que la temperatura es igual a 40ºC o inferior, se desarrollan nuevamente los microorganismos mesófilos que degradaran los materiales más resistentes, tales como la celulosa y lignina, etapa conocida como maduración, que se caracteriza por un descenso paulatino de la temperatura hasta presentar valores muy cercanos a la temperatura ambiente, con esto se considera al material biológicamente estable y se da por culminado el proceso (Mejía-Sánchez, 1995, Rodríguez-Salinas y Rojas, 2000; Sztern y Pravia, 2001).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la dinámica de temperaturas de 38 días de proceso de composteo en mezclas de residuos orgánicos como lo es el estiércol bovino lechero y diferentes proporciones de rastrojo de maíz como fuente de carbono.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en las instalaciones del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera (CENID-RASPA), ubicado en Gómez Palacio, Durango. Las coordenadas del sitio son 25º 35’ latitud norte, 103º 27’ longitud oeste, a una altitud de 1135 msnm. Para la producción de las compostas se utilizó estiércol bovino lechero proveniente del rancho “El Lucero” ubicado en la misma región de Gómez Palacio, Dgo. A dicho estiércol se le dio una preparación de semi-molienda para reducir el tamaño grandes grumos con el uso de una aplanadora y posteriormente tamizado por una malla hexagonal de 25 mm.

Como fuente de carbono se utilizó rastrojo de maíz producido en la región, mismo que se molió (partículas de aproximadamente 5-10 cm de longitud) previo a su utilización.

Las compostas producidas se establecieron como pilas a cielo abierto, con riegos y volteos periódicos según las necesidades observadas, utilizándose también una cubierta plástica en caso de lluvia. La temperatura fue monitoreada cada 3 días en un mismo horario, utilizando termómetros para compostas y realizando el monitoreo en la parte superior, lateral y central de cada pila de composta, calculando con los tres datos el promedio diario de cada una de las pilas. El periodo de producción y monitoreo para este estudio fue del día 19/06/2015 al 27/07/2015 (Total de 38 días). Las mezclas realizadas para la producción de compostas fueron 5 proporciones en base a peso de 60 kg cada pila de composta, como sigue: 100% Estiércol, 0 % Rastrojo; 80% Estiércol, 20% Rastrojo; 60% Estiércol, 40% Rastrojo; 40% Estiércol, 60% Rastrojo; 20% Estiércol, 80% Rastrojo. El diseño experimental fue de bloques al azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones cada uno.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el tiempo del proceso de composteo de este estudio, la temperatura ambiental promedio fue de 28.9, teniendo una máxima de 35.9 ^{o}C y mínima de 21.9 ^{o}C (datos no mostrados). La temperatura promedio de las mediciones realizadas en las pilas de composta dentro del periodo de estudio varía de 37.9 a 64.1 ^{o}C. En la figura 1 se muestra la dinámica de temperaturas en el periodo del proceso de composteo así como la significancia estadística en cada fecha. Como puede observarse, en la mayoría de los días de registro de temperatura se observa diferencia significativa entre tratamientos, a excepción de los días 5, 12, 14 y 31, debido a que un día anterior a la toma de temperatura de dichos días, por observación de falta o exceso de humedad o excesiva compactación de los materiales, se realizó riego y/o volteo para aereado y homogeneizado de las pilas de composta, lo que provoca la caída temporal de temperatura y por consecuencia, estrés de los microorganismos termogénicos, coincidiendo con Miller (1992) quien indica que con una adecuada aireación se controla la concentración de oxígeno en la pila de composta, y además se controla mejor la temperatura, se elimina el exceso de humedad y de bióxido de carbono. Según Roe (1998ª), una de las principales consecuencias de la anaerobiosis es el exceso de humedad o compactación excesiva del material, lo que sería indeseable en el proceso de composteo. Las temperaturas promedio máximas corresponden al tratamiento 4 (T4) indicando un buen balance de nutrientes al mantenerse siempre en etapa termogénica. Caso contrario es el tratamiento 1 (T1), el cual, mantuvo en todo el proceso temperaturas por debajo de la media. Gomez *et al.,* (2013) indican

que durante el compostaje de excretas animales las pérdidas de carbono orgánico en forma de bióxido de carbono pueden alcanzar el 67% en excretas de ganado, lo que implicaría insuficiencia de sustrato energético para los microorganismos. Así mismo, el tratamiento 5 (T5) muestra una tendencia de cambios bruscos de temperatura, posiblemente por la baja proporción de fuente de nitrógeno con la que fue producida y/o exceso de fuente de carbono, por lo que se asume un inadecuado balance de nutrientes para los microorganismos.

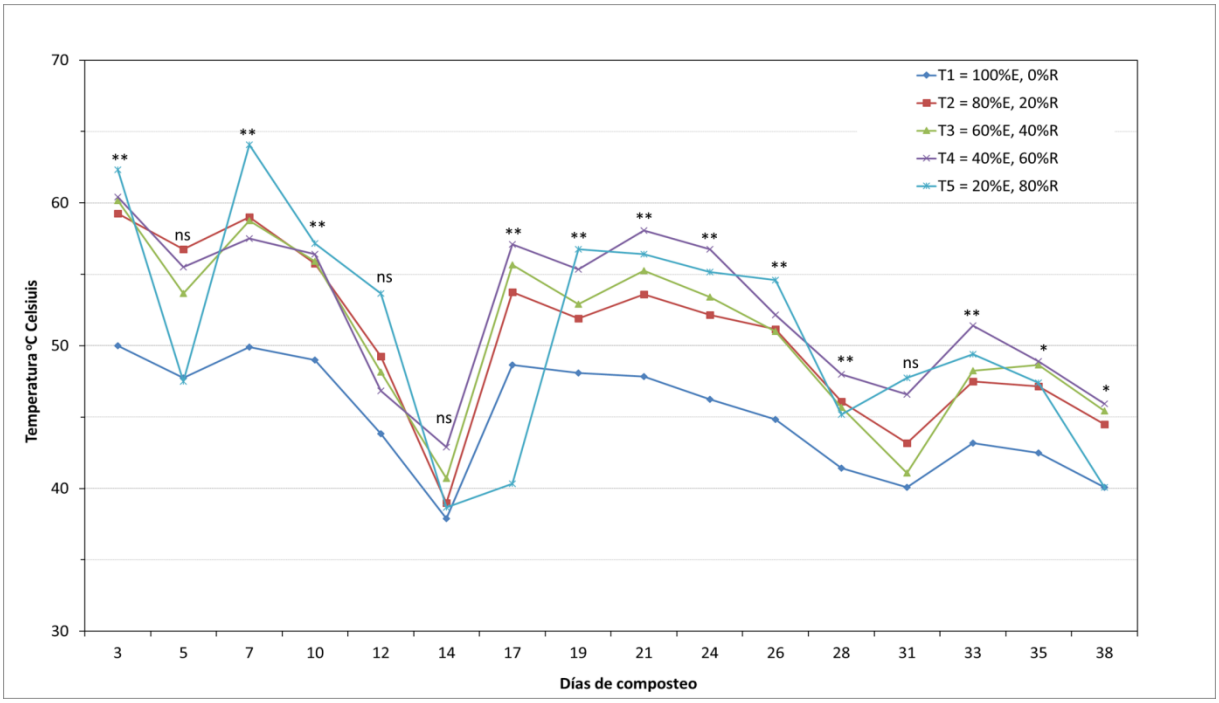


Figura 1. Temperaturas promedio registradas en pilas de composta durante el proceso de composteo

CONCLUSIONES

- El proceso de composteo es una alternativa viable, ambientalmente amigable y de bajo costo para el manejo de residuos animales y de cosecha.
- Las mezclas de estiércol de bovino lechero y rastrojo de maíz tienen efecto importante en las fases de temperatura en el proceso de composteo.
- La temperatura indica la frecuencia de aireación y riego. A partir de la misma se puede tener un buen manejo y control sobre el proceso.
- Hasta el momento, los tratamientos evaluados en este experimento se encuentran en etapa termogénica, esperando observar en los próximos días el probable cambio de fase por agotamiento de nutrientes.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio es financiado por el INIFAP Proyecto de Continuación 2015 Fondos Fiscales No. 12294732544.

BIBLIOGRAFIA

Bernal MP, Alburquerque JA, Moral R. 2009. Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. A review Biores. Technol. 100:5444–5453.

Comisión Europea- Dirección General del Medio Ambiente. 2014. Ejemplos de Compostaje y buenas prácticas y recogida selectiva de residuos. http://ec.europa.eu/environment/waste/publications/pdf/compost_es.pdf Consultado: 03/08/2015.

Gómez RS, Angeles ML, Becerra J, Espinosa GJA. Estrategias para el reciclaje de excretas animales y producción de abonos orgánicos. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal, INIFAP-SAGARPA. Publicación Técnica No. 10, Colón, Querétaro. 2009.

Gómez RS, Ángeles ML, Becerra J. 2011. Alternativas para el reciclaje de excretas animales. Uso de humus de lombriz y otros derivados de la lombricultura. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal, INIFAP-SAGARPA. Publicación Técnica No. 14, Colón, Querétaro. Pág. 1-64.

Gómez RS, Angeles ML, Nuñez G, Figueroa U. 2013. Metodologías para la elaboración de compostas y lombricompostas de excretas de ganado de leche. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal, INIFAP-SAGARPA. Publicación Técnica No. 20, Colón, Querétaro. Pág. 19.

Mejía-Sánchez, G.M. 1995. Algunos aspectos acerca del manejo de los desechos orgánicos. Boletín académico FIUADY. Enero-Abril 27: 61-68

Miller FC. 1992. Composting as a process based on the control of ecologicall selective factors. In: Metting, F.B., Jr. (Ed.), Soil Microbial Ecology, Applications in Agricultural and Environmental Management. Marcel Dekker, Inc.,New York. Pp 515–544.

Rodríguez-Salinas, M.A.; Rojas, J.A. 2000. Aspectos técnicos en la producción de composta. http://www.Caféinternetparaíso.com/ index.htm

Roe, N.E. 1998a. Compost utilization for vegetables and fruit crops. HortScience. 33: 934-937.

Sztern, D.; Pravia, M.A. 2001. Manual para la elaboración de compost, bases conceptuales y procedimientos. Organización panamericana de la salud. Organización mundial de la salud. San José Uruguay. 56p.

Uicab-Brito, L.A., Sandoval Castro, C. A. Uso del contenido ruminal y algunos residuos de la industria cárnica en la elaboración de composta. Tropical and Subtropical Agroecosystems [en linea] 2003, 2 (Sin mes): [Fecha de consulta: 31 de julio de 2015] Disponible en:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93912118001> ISSN

DETERMINACIÓN DE CARGAS DE COMBUSTIBLES EN ECOSISTEMAS PERTURBADOS POR INCENDIOS

Xelhuantzi Carmona Jaqueline *[1], Chávez Durán Álvaro Agustín[1], Flores Garnica José German[1], Rubio Camacho Ernesto Alonso[1].

[1]Campo Experimental Centro Altos de Jalisco, CIR-Pacífico Centro, INIFAP, Km. 8 carretera Tepatitlán-Lagos de Moreno, C. P. 47600, Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México.
*e-mail: xelhuantzi.jaqueline@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Las áreas forestales de México, forman parte de un inmenso patrimonio biológico, además de brindar un sin número de bienes y servicios ambientales, a pesar de todos los beneficios que otorgan a la sociedad, están siendo sometidos a procesos de destrucción como la tala, los incendios, etc., esto básicamente por la falta de mecanismos que valoren económicamente los bienes públicos que estos representan o generan. Uno de los procesos a los que son sometido recurrentemente los bosques es a los incendios, ya sea por una mala aplicación de una quema agrícola o por causas naturales, lo que es cierto es que el fuego es uno de los principales factores que destruyen a las masas forestales, ya que si no matan en su totalidad a los arboles adultos, si logran eliminar a los jóvenes y a la regeneración, de tal modo que cuando los arboles viejos mueren no hay quienes los sustituyan, y es entonces cuando las áreas forestales se encuentran en riesgo de persistir.

Todo lo anterior depende de la intensidad y frecuencia con la que se presenten los incendios, es por ello que es necesario realizar estudios que nos permitan determinar la carga de combustibles presentes en las áreas boscosas, entendiendo como material combustible a toda biomasa que potencialmente puede arder al ser expuesta a una fuente de calor, cuanto mayor sea la acumulación de combustibles en una zona, mayor cantidad de calor podrá desprenderse y el incendio podrá ser más severo. Los combustibles pueden ser caracterizados por su carga; es decir, el peso de la biomasa por unidad de superficie. Villers (2006), menciona que los distintos tipos de vegetación presentan distintas cargas y tipos de combustibles, la vegetación en zonas lluviosas, tiene más biomasa y por lo tanto, mayor carga. Los combustibles acumulados en las áreas forestales son el elemento fundamental para la propagación de un incendio y el único elemento del triángulo del fuego que puede ser controlado por el hombre.

Para entender el comportamiento de los incendios forestales, es necesario conocer las partículas de los combustibles presentes que determinan la ignición (Mota, 2005). Los incendios forestales constituyen una de las principales preocupaciones medioambientales de las zonas arboladas del País y se están convirtiendo en una de las áreas de interés sobre todo en la

prevención a través de la evaluación de los materiales combustibles que se generan y depositan en el piso forestal, el conocimiento de la distribución de los combustibles permite planear estrategias para que los recursos destinados para las labores de control y combate puedan ser dirigidos a las áreas donde se espera un mayor grado de peligro (Nájera y Graciano, 2006).

Los estudios para estimar la cantidad de combustibles forestales pueden hacerse tanto para combustibles vivos y muertos. Para los combustibles vivos existe un método más práctico y fácil para evaluar los combustibles por medio de modelos de estimación de biomasa donde se relacionan el peso y las dimensiones del individuo. Para los combustibles muertos, éstos se evalúan directamente *in situ* mediante muestreos, la técnica más difundida para cuantificar los combustibles leñosos es la técnica de intersecciones planares descrita por Brown (1974), quien menciona que éste método puede ser aplicado en cualquier tipo de bosque, el contar con esta información facilita la toma de decisiones adecuadas para proporcionar un manejo, prevención ó combate de los incendios en los diversos ecosistemas forestales, es por ello que el presente trabajo se realizó una comparación de la cantidad de material combustible, disponible en dos ecosistemas (bosque templado y selva).

METODOLOGIA

Se seleccionaron seis estados a lo largo del País, en los cuales se identificaron los ecosistemas forestales bosques templados, selvas medianas y selvas altas. En cada ecosistema se ubicaron áreas que hayan sufrido incendios en los últimos tres años y otras áreas donde no se haya quemado en al menos tres años, en total se establecieron 24 conglomerados, de los cuales 12 en áreas quemadas y 12 en áreas no afectadas por el fuego. Posteriormente se ubicaron los sitios de muestreo, considerando que fueran de fácil acceso, una vez ubicado se registró la ubicación con información geográfica especifica de la línea de muestreo, estos datos se tomaron desde el centro del conglomerado, anotando coordenadas (latitud y longitud) en grados, minutos y segundos. Cada conglomerado tuvo una superficie de 1000m^2, dentro del cual se establecieron tres sitios de muestreo, en cada uno de ellos se tomó como referencia el centro, de ahí siete metros hacia el norte franco se instaló el primer sitio, que estaba constituido por 3 cuerdas de 15 m. cada una, dando un total de 45 m. de muestreo para cada sitio, la primera cuerda orientada al N franco, la segunda a los 120º y la tercera a los 240º. Fue importante considerar la compensación de la pendiente cuando se hizo el trazado del conglomerado y los sitios de muestreo, en cada transecto se debe hacer la compensación de acuerdo al cuadro 1.

Cuadro 1. Compensaciones de pendiente dependiendo el porcentaje de pendiente y longitud a compensar.

% PENDIENTE	GRADOS INCLINACIÓN	LONGITUD COMPENSADA 1 METRO	LONGITUD COMPENSADA PARA 7.5 M
5	2.87	1.00	7.51
10	5.72	1.00	7.54
20	11.32	1.02	7.65
50	26.57	1.12	8.39
70	35	1.22	9.15
80	38.67	1.28	9.60
90	41.98	1.35	10.09
100	45	1.41	10.61

Una vez compensada la pendiente, se procedió a medir los combustibles forestales de acuerdo a su diámetro (que es un indicador del tiempo que tarda en perder o ganar dos tercios de la diferencia entre su contenido inicial de humedad con respecto a la del ambiente). Para la contabilización de combustibles más efectiva y rápida, se utilizaron calibradores, donde estos ya tenían las medidas de cada clase de combustibles. En cada línea de intersección (transecto) se contabilizaron los combustibles de 1 y 10 horas desde el punto central hasta los 3.5 metros, los combustibles de 100 horas hasta los 7 m y 1000 horas desde el punto central hasta los 15 metros. Al finalizar cada uno de los transectos se colocó un cuadro de 30 X 30 cm, para medir de hojarasca y capa de fermentación.

Una vez recabada la información en campo se llevó a laboratorio la muestra recolectada en el cuadro de 30 X30, para realizar la limpia de la muestra y su respectiva separación en capa de hojarasca y fermentación, una vez separada se colocó en bolsas debidamente etiquetadas, se pesaron todas las muestras, cada bolsa debe ser perforada antes de ser colocada dentro de la estufa, con el objeto de que circule el calor dentro de ellas y se pierda humedad. La estufa debe estar encendida una o dos horas antes, para que al momento de que sean introducidas las muestras la cámara ya tenga un calor aproximado de 60 ºC – 80 ºC, las muestras deben pesarse a las 12, 24 , 48 y 72 horas ó hasta alcanzar un peso estable.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante la metodología propuesta por Brown (1974) de intersecciones planares, la cual se implementó a través de una serie de sitios, denominados sitios permanentes de investigación de incendios forestales (SPIIF), en los cuales se evaluó la cantidad de material combustible disponible tanto ligeros como pesados, estableciéndose un total de 24 conglomerados en áreas quemadas y no quemadas, en los estados de Baja California Sur, Coahuila, Jalisco, Puebla,

Yucatán y Quintana Roo, una vez analizada la información se obtuvo que la vegetación predominante en estos estados era de bosque templado y Selva Alta perennifolia, para los cuales se presentan los siguientes datos, para el primer caso tenemos que en promedio los sitios de bosque templado no quemado presento entre 0.01 a 0.09 ton/ha, para combustible de 1 hora, mientras que para los combustibles de 10 horas se encontró de 0.16 a 0.68 ton/ha y para los combustibles de 100 horas en promedio hay 0.02 a 0.28 ton/ha. y para las de 1000 hr. firmes el dato no fue representativo, al semejante ocurrió para los combustibles de 1000 hrs. podridos. Sin embargo para las áreas quemadas se tiene que hay una disponibilidad de 0.02 a 0.2 ton/ha de combustibles de 1 hora y para los combustibles de 10 horas están en un rango de 0.16 a 1.08 ton/ha., los combustibles de 100 horas presentaron una disponibilidad de 0.49 ton/ha. en el caso de los combustibles de 1000 hr. firmes se encontró de 0.30 a 4.55 ton/ha. para el caso de la hojarasca si hay un decremento ya que la áreas quemadas solo presentaron 0.53 a 7.14 ton./ha. y también se hizo notorio para el caso de la capa de fermentación ya que presenta desde 7.71 a 21.63 ton/ha, en el caso de otros materiales hubo una disponibilidad de 0.27 a 0.57 ton/7ha. Es importante considerar que los datos obtenidos tienen unos rangos muy amplios esto es debido a que los incendios fueron en diversas intensidades y en algunos casos también intervino la frecuencia, además de la densidad del arbolado no fue homogéneo, como se observa en la figura 1.

Los bosques templados presentan datos muy semejantes a los registrados por Wong (2007), en los bosques de zona templada, específicamente con especies forestales de *Abies, montezumae, patula*, ella reporta que para combustibles de 1 hora hay un promedio de 0.04 a 0.70 ton/ha y en el trabajo se obtuvo un rango semejante ya que en promedio la disponibilidad de material combustible de 1 hora es de 0.01 a 0.09 ton/ha. considerando que esto se presentó en áreas no quemadas en ambos casos y la vegetación predominante en el área de estudio es de roble y madroño.

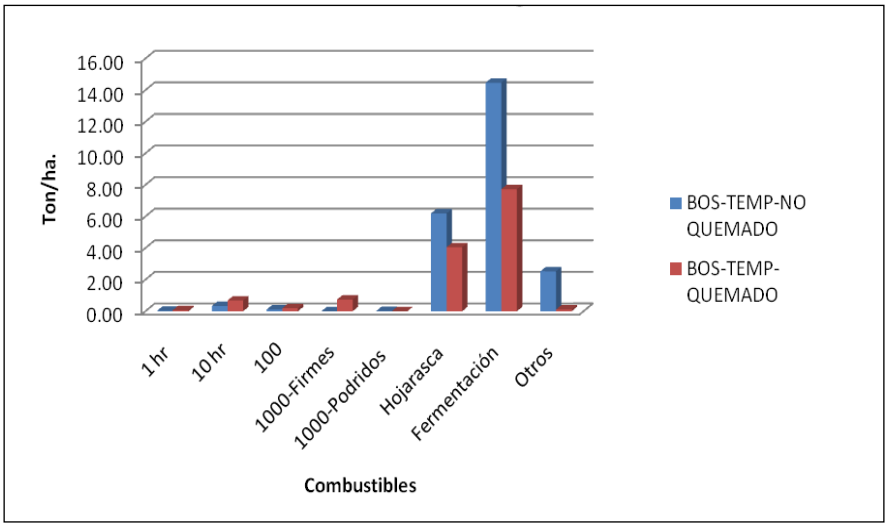


Figura 1. Carga de combustibles presentes en el bosque templado.

Para el caso de los combustibles de 10 hrs se obtuvo una disponibilidad de 0.91 a 1.09 ton/ha. y en cuanto a los de 100 hrs. se obtuvo 0.3 ton./ha, mientras que en otros trabajos se reporta una presencia de 0.04 a 0.37 ton/ha. y un mantillo en un rango de 0.15 a 0.27 ton/ha, en cuanto al mantillo si hay un cambio drástico ya que se reporta una disponibilidad de 1.94 ton/ha. esto quizás se deba a que en las áreas que se muestrearon no se realiza ningún manejo.

En el caso de las áreas de selva no quemadas, se obtuvo entre 0.01 a 0.08 ton/ha, para combustibles de 1 hora, mientras que para los combustibles de 10 horas se encontró de 0.91 a 1.09 ton/ha y para los combustibles de 100 horas en promedio hay 0.3 a 1.02 ton/ha. y para las de 1000 hr. firmes se obtuvo 0.22 ton/ha, para los combustibles de 1000 hrs. podridos, se obtuvo de 0.12 a 0.33 ton/ha. en cuanto a la hojarasca se obtuvo de 1.56 a 3.52 ton/ha., en la capa de fermentación se encontró una disponibilidad de 2.47 a 5.7 ton/ha. Sin embargo para las áreas quemadas se tiene que hay una disponibilidad de 0.2 ton/ha de combustibles de 1 hora y para los combustibles de 10 horas están en un rango de 2.41 a 2.97 ton/ha., los combustibles de 100 horas presentaron una disponibilidad de 5.82 ton/ha. en el caso de los combustibles de 1000 hr. firmes se encontró de 3.8 a 15.8 ton/ha. para el caso de la hojarasca si hay un decremento ya que la áreas quemadas solo presentaron 2.27 a 10.4ton./ha. y también se hizo notorio para el caso de la capa de fermentación ya que presenta desde 0.3 a 2.86 ton/ha. En la figura 2 se observa cambios en cuanto a la disponibilidad de combustibles. Para el caso de selva se tiene reporte de trabajos realizados en otros Países por Hopkins (1999), Conrnforth (1970), Golley (1979) y Jordán (1971), reportando en promedio una carga entre 5 y 7 ton/ha.,

sin embargo esta información proviene de estudios con metodologías diferentes en cuanto a: el tamaño y la frecuencia del muestreo, separación del material y tratamiento , lo cual hace difícilmente comparable los resultados y por lo tanto las conclusiones que pueden extraerse.

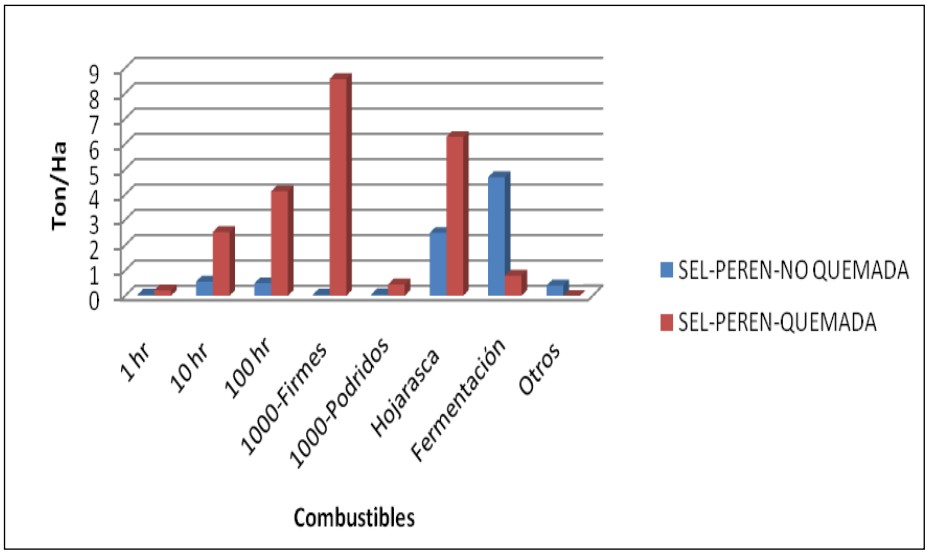


Figura 2.- Carga de combustibles presentes en el bosque de selva baja.

CONCLUSIONES

Se concluye que entre más largo sea el intervalo de frecuencia de los incendios, mayor será la acumulación de la carga de combustibles, lo cual implica un potencial aumento en la intensidad y severidad de efectos del incendio. Al mismo tiempo también se observó que a mayor densidad de arbolado, mayor será la carga disponible de material combustible. Se determinó que los bosques templados tienen mayor disponibilidad de combustibles ligeros, esto por el tiempo que tardan en degradarse ya que las acículas tienen menor espacio expuesto a la degradación mientras que la capa de hojarasca de bosques de selva tienen mayor superficie expuesta para este proceso. Las selvas presentan mayor disposición de combustibles de 10 y 100 horas de combustión, por el tipo de vegetación que hay en ellas, los cuales tienen un periodo corto de recuperación.

BIBLIOGRAFIA

Brown, J. K. 1974. *"Handbook for inventoryingdowned woody material".* USDA Forest Service. General Technical Report INT – 16. Utah, USA.24 p.

Nájera, L.J. A. y Graciano, L. J. J. 2006. *"Estimación de la carga de combustibles en el Ejido La Campana, Municipio de Pueblo Nuevo, Durango".* IV Congreso Internacional y XV Congreso Nacional de Ingeniería de Bioquímica. 1592 p. Tecnica Informatica Aplicada. 1998. "*Programa de*

Manejo Forestal 1997-2007. Ejido Forestal La Victoria Municipio de Pueblo Nuevo, Durango". 8-18 pp.

Villers, R. M. 2006. *"Incendios forestales".* Ciencias. (81): 60-66.

Conrnforth, I. S. 1970. Leaf-falling a tropical rain forest. J. Appl. Ecology. Vol. (7): 603-608.

Golley, F. B. 1979. Production primaire brute et nette, parametres de croissance, In: UNESCO. Recherches sur les ressources naturelles: Ecosystemes

Hopkins, W.G. 1999. Introduction to Plant Physiology. 2ª Ed. John Wiley & Sons. Inc. Nueva York, U. S. A.512p.

Jordan, C. F. 1971. Productivity of a tropical forest and its relation to a world pattern of energy storage. Journal Ecology. Vol. (59):127-142p.

Mota, N. M., 2005. *"Modelagen do combustiveis florestais no Parque Nacional do Iguacu, Paraná, Brasil"*. Programa de Pós-Graduacão em Engenharia Florestal. Tesis de maestría. Departamento de Ciências Florestais. Setor Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 95p.

Wong G. J.C. y Villers R. M. de L. 2007.Evaluación de combustibles y su disponibilidad en incendios forestales: un estudio en el Parque Nacional La Malinche. http://www.igeograf.unam.mx/instituto/publicaciones/boletin/bol62/b62Art05.pdf. (12 de Julio 2009).

ESTIMACIÓN DE DATOS FALTANTES DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN MEDIANTE EL GENERADOR CLIMÁTICO CLIMGEN

[1]Gerardo Esquivel Arriaga, [2]Julián Cerano Paredes, [1]Ignacio Sánchez Cohen, [1]Miguel Velásquez Valle, y [1]Palmira Bueno Hurtado

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera. Km. 6.5 margen derecha Canal Sacramento, Gómez Palacio, Durango. Correo: esquivel.gerardo@inifap.gob.mx
[2]Departamento de Geografía Física, Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito de la Investigación Científica, Ciudad Universitaria, Del. Coyoacán, México, D.F. C.P. 04510

INTRODUCCIÓN

En el contexto de la simulación de procesos, los modelos hidrológicos y ambientales se han convertido en herramientas importantes para la planeación, el manejo y gestión de recursos naturales. Sin embargo, estos modelos requieren de diferentes datos de entrada (temperatura máxima y mínima, precipitación, radiación solar, velocidad de viento, escurrimiento, entre otros) a intervalos de tiempo variable, que a menudo no están disponibles en los sitios de interés (Safeq y Fares, 2011). En la mayoría de las estaciones meteorológicas, el período de registro de datos es a menudo insuficiente para permitir una buena modelación de procesos, por lo tanto existe una seria restricción en la aplicación de modelos si no se dispone directamente de los datos meteorológicos (Hoogenboom, 2000).

Los modelos matemáticos conocidos como generadores de tiempo estocástico que simulan series de tiempo de variables climáticas, han abordado este problema (Richardson y Wright, 1984). Estos modelos proporcionan datos para incrementar el registro existente de un sitio o, a través de la interpolación de los parámetros del modelo, proveen información climática en donde no se dispone de datos medidos (Hoogenboom y Soltani, 2003). WGEN fue uno de los primeros generadores climáticos desarrollados para su uso con modelos de erosión de suelos y calidad de agua (Richardson y Wright, 1984). Otros generadores de tiempo han sido desarrollados desde entonces. CLIGEN, generador climático incorporado dentro del modelo Water Erosion Prediction Procedure (Flanagan y Livingston, 1995) se basa en los métodos de generación climáticos utilizados en WGEN (Nicks *et al*., 1990). Otros generadores climáticos incluyen USCLIMATE (Johnson *et al.,* 1996), CLIMAK (Danuso y Della, 1997), y ClimGen (Stöckle *et al.,* 1999).

Climgen es un generador estocástico de tiempo meteorológico que se utiliza para estimar series de datos a escala diaria de variables como precipitación, temperatura máxima, temperatura mínima, radiación solar, humedad relativa y velocidad de viento, cuyos estadísticos resultan similares a los datos climáticos históricos (Tingem *et al.,* 2007) pudiéndose parametrizar para cada estación (Safeeq y Fares, 2011). ClimGen utiliza la distribución Weibull (Weibull, 1951) para representar la precipitación diaria y la curva de aproximación constituye una mejora en términos de las series Fourier utilizadas por otros generadores climáticos (p. ej. CLIGEN) para simular las variaciones estacionales en los datos de clima. Las bases de datos de registros climáticos en México, generalmente carecen de series extensas que permitan analizar la variabilidad climática en una escala de tiempo mayor a los 60 años, aunado a esto, los registros presentan un alto porcentaje de datos faltantes (IMTA, 2009). Ante tal problemática, el presente trabajo se plantea como objetivo evaluar el generador climático ClimGen (versión 4.06.06) (Stöckle *et al.,* 2001) para estimar datos faltantes de temperatura y precipitación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El presente trabajo se desarrolló para dos estaciones meteorológicas del estado de Durango, Tepehuanes y El Tarahumar enclavadas en la Sierra Madre Occidental, ubicadas entre los 25° 20' 00" y 25° 37' 01" de latitud norte, 105° 43' 00" y 106°19'28" de longitud oeste respectivamente; el gradiente altitudinal oscila de los 1680 a 3120 msnm con una precipitación anual de 676 mm y una temperatura media anual de 13.5 °C (IMTA, 2009; CNA, 2012) (Figura 1).

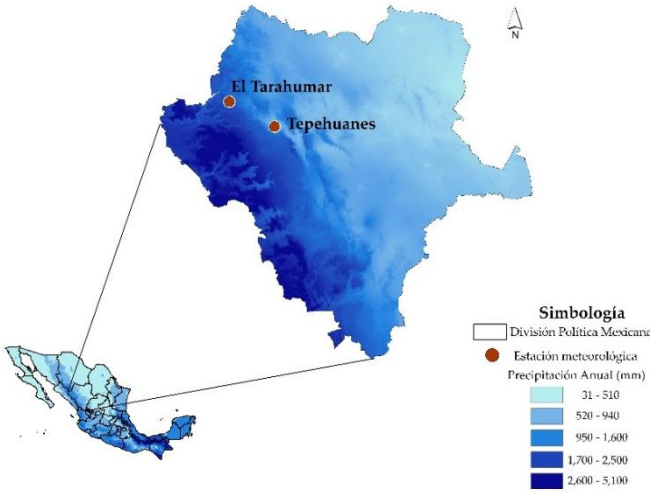


Figura 1. Ubicación geográfica del estado de Durango.

Información climática

Los registros históricos de clima fueron obtenidos del Extractor Rápido de Información Climatológica III v 2.0 (ERIC III) (IMTA, 2009). Para cada una de las series de datos se realizó un análisis de consistencia de la información para detectar datos atípicos atribuibles a errores de captura o de otro tipo (p. ej. temperatura máxima con valores de 0, temperatura máxima inferior a la mínima, meses con registros repetidos, etc. El esquema metodológico para descartar inconsistencias para cada variable, temperatura máxima (tmax) temperatura mínima (tmin) y precipitación (PP) consistió en la metodología propuesta por Carbajal (2010).

Validación de CLIMGEN

La validación del modelo consistió en la parametrización de la estación meteorológica Tepehuanes. Se identificaron los años con la mayor y la menor precipitación histórica (1923 con 756 mm y 1929 con 242.6 mm) y aleatoriamente se eliminaron registros con el fin de evaluar la capacidad predictiva de datos faltantes en la serie. De las dos opciones de simulación que ofrece ClimGen: a) generar los datos faltantes conservando los datos históricos y estimando solamente los valores ausentes y b) reemplazar totalmente todos los registros; se empleó la primera opción. Se realizó la simulación correspondiente y se graficaron únicamente los datos observados vs calculados, para validar la eficiencia de estimación de datos climáticos en un período de un año (1923 considerado el año con mayor precipitación y 1929 año con el registro histórico de menor precipitación).

Consecutivamente, se realizó la parametrización para un período de tiempo más extenso; se consideraron 66 años de datos observados para la estación Tepehuanes y 45 años para la estación El Tarahumar. Stöckle *et al.* (1999) sugieren un mínimo de 20 años de datos meteorológicos históricos para completar la parametrización de variables climatológicas a ser producidos por un generador climático, y preferentemente entre 30 a 45 años. Por tal razón los registros disponibles cumplieron con lo requerido para la estimación de datos faltantes de temperatura y precipitación en las dos estaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Existe una marcada similitud en la tendencia entre los datos observados y calculados para dos años con condiciones climáticas diferentes, un año con el mayor registro de precipitación

(Figura 2A) y otro con el menor registro (Figura 2B), ambos correspondientes a la estación climatológica Tepehuanes, en el estado de Durango.

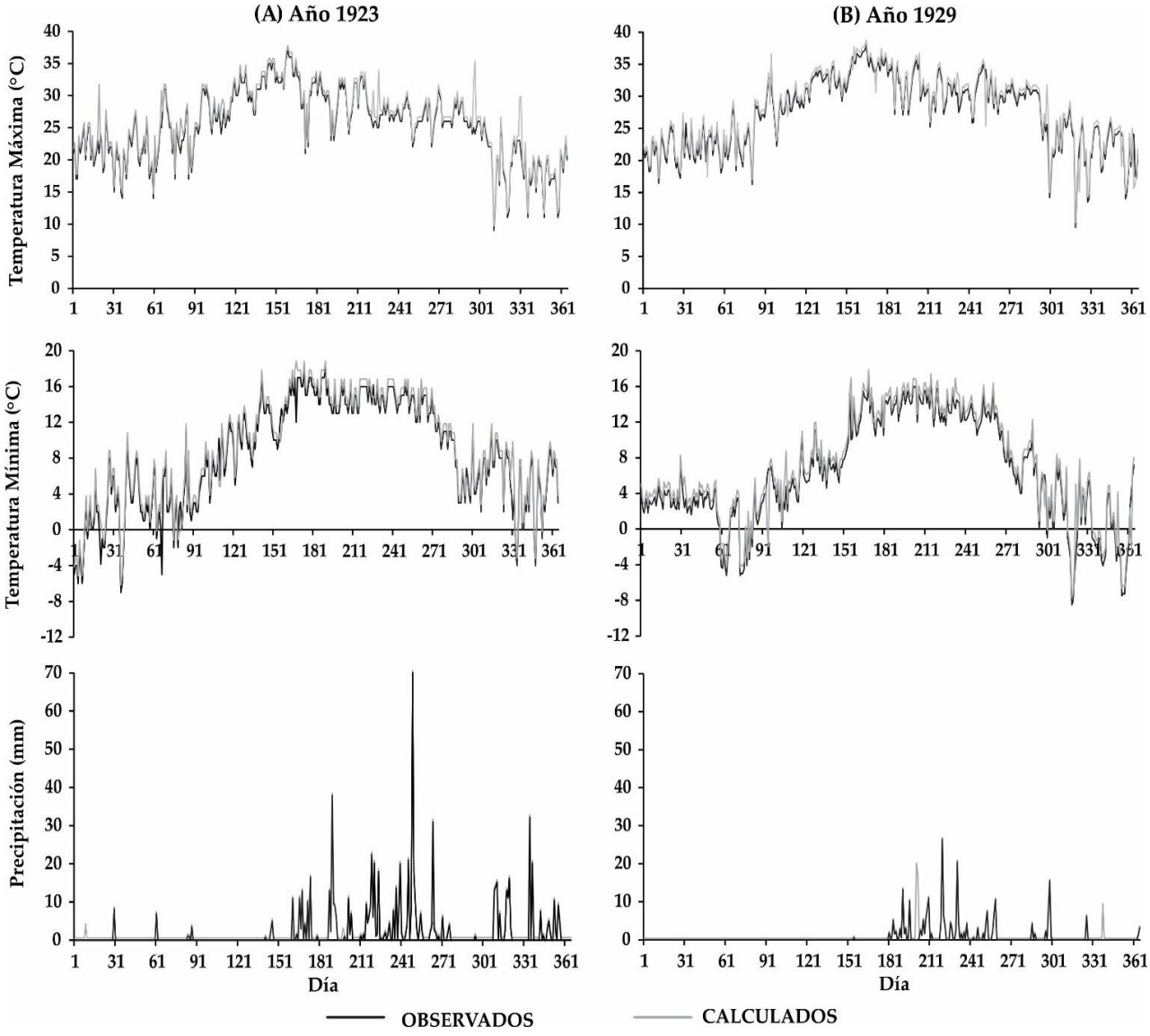


Figura 2. Series anuales de temperatura y precipitación observada y simulada empleando ClimGen para la estación Tepehuanes.

Al considerar periodos más extensos de información para el cálculo de datos faltantes, estación Tepehuanes (66 años) y El Tarahumar (45 años), bajo el criterio de r^2, la variable temperatura máxima presentó r^2 =0.98, temperatura mínima r^2 = 0.90 y precipitación r^2 = 0.96 (Figura 3). Respecto a la estación El Tarahumar, la temperatura máxima mostró una r^2 =0.98, temperatura mínima r^2 =0.99 y la precipitación de r^2 =0.93 (Figura 3).

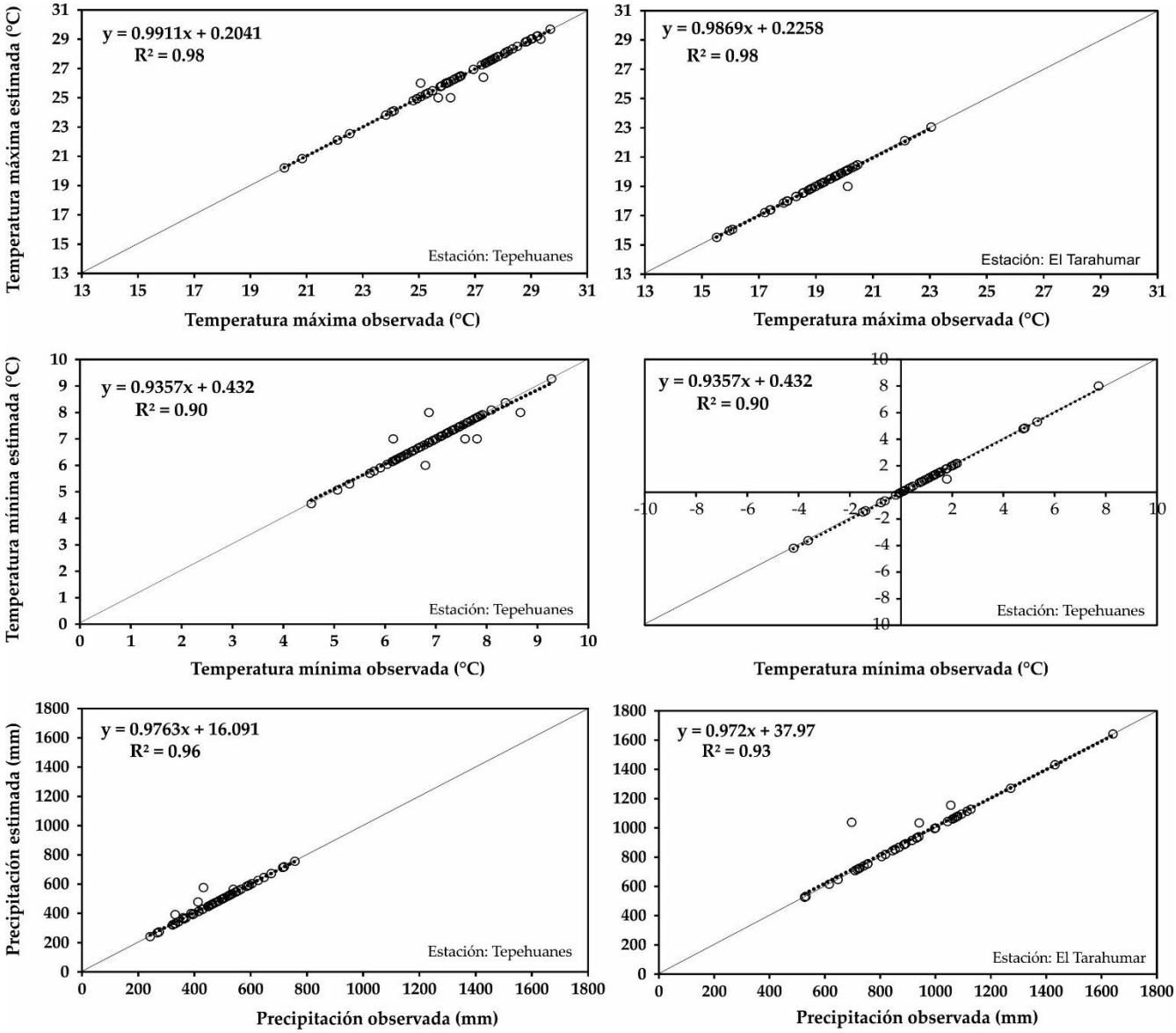


Figura 3. Variables climáticas (Temperatura máxima, mínima y precipitación) observadas y estimadas por ClimGen bajo el criterio de r^2.

Aunque se analizaron dos años con la mayor y menor precipitación histórica, el modelo estimó de forma aceptable las dos condiciones medioambientales estudiadas y conserva la varianza de los datos observados en los datos calculados. Considerando periodos mayores a un año, los gráficos de dispersión y el valor correspondiente de r^2, indican una buena eficiencia predictiva para la variable temperatura máxima (r^2 =0.98) en ambas estaciones, para temperatura mínima r^2 = 0.90 en la estación Tepehuanes y r^2 =0.99 para El Tarahumar y para la precipitación una r^2 = 0.96 y r^2 =0.93, respectivamente. Estos valores muestran que para regiones de condición

media de precipitación el generador climático estimó valores de buena calidad que representan el clima de la región.

CONCLUSIONES

ClimGen mostró un buen desempeño al calcular datos faltantes de la serie de tiempo histórica, lo que indica que los datos estimados por el generador climático son representativos de los datos históricos del clima. Al calcular datos faltantes es importante conservar los datos históricos observados de la estación y solo calcular los datos faltantes, esto permite conservar la varianza de los datos calculados. Este tipo de procedimientos permite extender los registros históricos observados de una estación en particular, lo que ampliará la posibilidad de utilizar estaciones climatológicas para su uso en estudios hidrológicos, ecológicos, paleoclimáticos, de cultivo, entre otros.

BIBLIOGRAFIA

Carbajal C. M., Yarleque C., Posadas A., Silvestre E., Mejia A. y Quiroz R. 2010. Reconstrucción de datos faltantes de precipitación pluvial diaria mediante la Transformada Wavelet. Revista peruana geo-atmósferica RPGA. Vol 2, pp. 76-88

CNA (Comisión Nacional del Aagua). Climatología estadística. Agosto 28 de 2012 (Citado el 20 de julio de 2015) Disponible en pdf: http://smn.cna.gob.mx/climatologia/Estadistica/10084.pdf; http://smn.cna.gob.mx/climatologia/Estadistica/10026.pdf;

Danuso F. & Della M. V. 1997. CLIMAK reference manual. DPVTA, University of Udine, Italy. De Wit CT. Simulation of assimilation, respiration and transpiration of crops. Wageningen, Pudoc, 1978, p. 148

Flanagan, D. C. and S. J. Livingston. 1995. WEPP User Summary. NSERL Report No. 11. USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory, West Lafayatte, IN.

Hoogenboom G. 2000. Contribution of agro-meteorology to the simulation of crop production and its applications. Agricultural and Forest Meteorology. Vol 103, pp. 137-157.

Hoogenboom G. & Soltani A. 2003. Minimum data requirements for parameter estimation of stochastic weather generators. Climate Research. Vol 25, pp. 109-119.

IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua). 2009. Extractor Rápido de Información Climatológica v. 3.0 (ERIC III). Base de datos y Software. Jiutepec, Morelos, México.

Johnson G. L., Hanson C L., Hardegree S. P. and Ballarde E. B. 1996. Stochastic weather simulation: overview and analysis of two commonly used models. Journal of Applied Meteorology and Climatology. Vol 35, pp. 1878-1896

Nicks, A. D., Richardson C. W. and Williams J. R. 1990. Evaluation of the EPIC Model Weather Generator. In EPIC – Erosion/Productivity Impact Calculator, 1. Model Documentation, USDA Technical Bulletin No. 1768, Eds. A.N. Sharpley and J.R. Williams. pp. 105-124. Government Printing Office, Washington, DC.

Richardson C. W. & Wright D. A. 1984. WGEN: A model for generating weather variables. US Department of Agriculture, Agricultural Research Service, ARS-8.

Safeeq M. & Fares A. 2011. Accuracy evaluation of ClimGen weather generator and daily to hourly disagrregation methods in tropical conditions". Theoretical and Applied Climatology Vol. 106, pp. 321–341.

Stockle C. O., Nelson R., Donatelli M. and Castellvi F. 2001. ClimGen: a flexible weather generation program. 2nd International Symposium Modelling Cropping Systems. Florence, Italy, 16-18 July.

Stockle C. O., Campbell G. S. and Nelson R. 1999. ClimGen Manual. Biological Systems Engineering Department, Washington State University, Pullman, WA. 28 p.

Tingem M., Rivington M., Azam-Ali S. and Colls J. 2007. Assesment of the climgen stochastic weather generator at Cameroon sites. African Journal of Environmental Science and Technology Vol. 1 Num. 4, pp. 086-092

Weibull W. 1951. A statistical distribution function of wide applicability. Journal of Applied Mechanics – Transactions ASME Vol. 18, Num. 3, pp. 293–297

SISTEMA AUTOMATIZADO DE ZONIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA

Chávez Durán Álvaro Agustín[1], Flores López Hugo Ernesto[1], Villanueva Díaz José[2], Rubio Camacho Ernesto Alonso[1], Jaqueline Xelhuantzi Carmona[1].

[1]Campo Experimental Centro Altos de Jalisco, CIR-Pacífico Centro, INIFAP, Km. 8 carretera Tepatitlán-Lagos de Moreno. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México.
[2]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria, Relación Agua Suelo Planta Atmósfera INIFAP. Km. 6.5 Margen derecha canal Sacramento 35140. Gómez Palacio, Durango, México
chavez.alvaro@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El clima es el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un punto de la superficie de la tierra (Villodas, 2008). Históricamente se han realizado diversas caracterizaciones climáticas tanto a nivel mundial como regional, a partir del agrupamiento sistemático de los elementos del clima en clases según sus relaciones comunes; si bien todas las clasificaciones emplean diversos parámetros, la dificultad reside en establecer criterios generales que resulten representativos. Independientemente de la tipificación empleada, los sistemas de clasificación climática son una herramienta fundamental para estudios relacionados con los recursos naturales (Sánchez y Garduño, 2008).

Actualmente el sistema de clasificación climática más utilizado en el mundo es el desarrollado por Köppen (1937), basado en el uso de la temperatura media y la precipitación acumulada. Una de las principales limitantes de este sistema es que fue diseñado para explicar los climas en amplias zonas geográficas extendidas esencialmente en latitud, más no en altitud. Para la República Mexicana, el sistema Köppen presentaba importantes inconsistencias y no es lo suficientemente detallado para expresar, de manera cartográfica, la enorme variedad de climas presentes en México, donde las características fisiográficas de éstos cambian en distancias relativamente cortas a consecuencia de los grandes accidentes orográficos que actúan sobre los elementos climáticos, como los efectos de barrera, que modifican tanto la temperatura como la distribución de la lluvia.

Para solucionar esta situación, se realizó una adaptación para México del sistema de Köppen en el cual, se establecen subdivisiones de los distintos tipos de climas a través de métodos estadísticos de agrupación, semejantes a los usados por el autor original, donde se consideran series de valores formadas por cocientes que relacionan los dos elementos más importantes del clima, la temperatura y la precipitación (García, 1964). Definitivamente, no existe sistema de clasificación climática perfecto, todos tienen ventajas y limitaciones. Los trabajos realizados por

García (1964), mediante la observación de la distribución de la gobernadora (*Larrea tridentata*) como elemento fundamental para hacer las adecuaciones del Sistema de Köppen para la República Mexicana han marcado un parte aguas en nuestro país sin embargo, existen otros sistemas de clasificación capaces de complementarlo e incrementar la precisión de las clasificaciones climáticas.

En 1947 el científico Leslie Holdridge, desarrolló una metodología de clasificación de unidades bioclimáticas que indican los tipos de vegetación potencial que pueden establecerse en dichas unidades. Conceptualmente se basa en que propiedades de la vegetación como su fisonomía y productividad están determinadas zonalmente por las condiciones del clima a partir de datos de precipitación, biotemperatura y altitud. Esta clasificación pese a ser una zonificación aplicable a cualquier área de estudios sobre los recursos naturales, actualmente en México es poco aplicada. Esto es debido principalmente a la complejidad de los análisis requeridos para su estimación, cuyo proceso metodológico implica la combinación de análisis tanto gráficos como analíticos, limitando los alcances de las investigaciones enfocadas al aprovechamiento integral de los recursos naturales.

Para dar respuesta a esta situación, en el presente trabajo se propone la automatización de los análisis requeridos para la estimación de las zonas de vida de Holdridge cuyo uso, permitirá un adecuado estudio de las comunidades naturales y sus interrelaciones entre los factores Agua, Suelo, Planta y Atmósfera enriqueciendo de esta manera, los alcances de las investigaciones enfocadas al manejo sustentable de los recursos naturales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Una zona de vida es un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural de clima que, se hacen teniendo en cuenta las condiciones edáficas y las etapas de sucesión así como una fisonomía similar en cualquier parte del mundo (Holdridge, 1996). El sistema de clasificación de zonas de vida es relativamente simple, basado en datos empíricos que proporciona criterios objetivos para su delimitación. Un supuesto básico del sistema es que tanto los tipos de suelo como la vegetación clímax pueden delimitarse una vez que se conoce el clima. El modelo tiene la ventaja de usar reglas de clasificación explícitas por lo cual, es objetivo y repetible por observadores independientes (Lugo *et al*., 1999). Además, considera la variación de los factores que determinan la vegetación a niveles inferiores al de zona de vida (Tosi, 1980) (Figura 1).

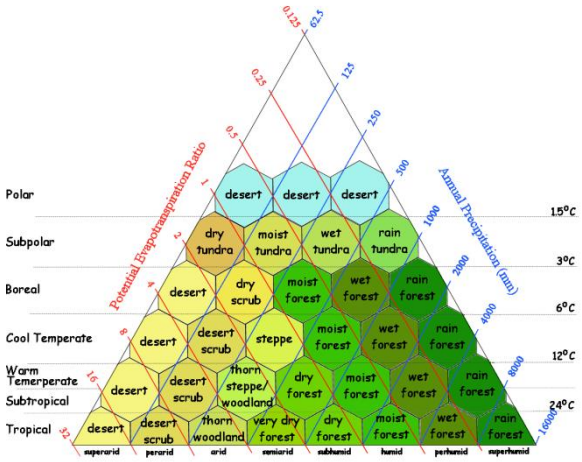


Figura 1. Nomograma para la clasificación de Zonas de Vida de Holdridge. Imagen obtenida en la red mundial en" http://www.rjcyberware.com/."

Fue desarrollado un Sistema Automatizado de Zonificación Bioclimática escrito en lenguaje C que, estima a nivel pixel para información ráster y puntual para información vectorial, la zona de vida de Holdridge a la que pertenece, mediante el cálculo de la Biotemperatura, Evapotranspiración Potencial, Razón de Evapotranspiración Potencial, Precipitación Anual Total y finalmente el uso del nomograma Holdridge a partir de la transformación de las unidades logarítmicas originales a unidades lineales aritméticas. Todo lo anterior haciendo uso de datos climáticos de precipitación y temperatura introducidos por el usuario. Los cálculos se realizan de la siguiente manera:

Biotemperatura

Es la temperatura del aire, aproximadamente entre 0°C y 30°C, que determina el ritmo e intensidad de los procesos fisiológicos de las plantas (fotosíntesis de las plantas, respiración y transpiración), así como la tasa de evaporación directa del agua contenida en el suelo y en la vegetación (Crivelli y Dzendoletas, 2002).

Para el cálculo de la Biotemperatura Media Mensual (BMM), se tienen tres casos usando la Temperatura Media Mensual (TMM):

a) Si la TMM está entre 6°C y 24°C, la BMM es igual a la TMM
b) Si la TMM es mayor a 24°C, la BMM es igual a la siguiente ecuación:

$BMM = TMM - (3 * Lat * (TMM - 24)\text{^}2/100)$ (1)

Donde:
BMM = Biotemperatura Media Mensual.
TMM = Temperatura Media Mensual.
Lat = Latitud de la zona de estudio en grados.

c) Si la TMM es menor a 6°C, la BMM es igual a la siguiente ecuación:

$BMM = TMaxM\text{^}2/2(TMaxM - TMinM)$ (2)
Donde:
BMM = Biotemperatura Media Mensual.
TMaxM = Temperatura Máxima Mensual.
TMinM = Temperatura Mínima Mensual.

La Biotemperatura Media Anual (BMA) se estima mediante la siguiente ecuación:

$BMA = (\sum_{i=0}^{n} BMM)/n)$ (3)
Donde:
BMA = Biotemperatura Media Anual.
BMM = Biotemperatura Media Mensual.
n = Número de meses.

Evapotranspiración Potencial

Es la cantidad de agua que sería evaporada directamente del suelo y la transpira por la vegetación natural en un estado estable, sobre un suelo de buenas características y con un contenido óptimo de humedad (Samani, 2000). Se estima mediante la siguiente ecuación:

$EP = BMA * 58.93$ (4)
Donde:
EP= Evapotranspiración Potencial.
BMA= Biotemperatura Media Anual.

Razón de Evapotranspiración Potencial

Está en función de la biotemperatura y la precipitación, es un índice de las condiciones de humedad que refleja la disponibilidad de agua para el crecimiento de las plantas y los procesos ecológicos (Holdridge, 1996; Lugo *et al*., 1999). Se estima mediante la siguiente ecuación:

$REP = EP/PMA$ (5)
Donde:
REP= Razón de Evapotranspiración Potencial.
EP= Evapotranspiración Potencial.
PMA= Precipitación Media Anual.

Transformación de unidades

Una vez estimados cada uno de los componentes, el sistema transforma las unidades logarítmicas del nomograma de Holdridge a unidades lineales utilizando las siguientes ecuaciones:

$Da = \log\frac{Vb}{Li} * \frac{2}{log2}$ (6)

Donde:
Da = Distancia en escala lineal
Vb = Valor a transformar
Li = Límite inferior de cada rango de escalas logarítmicas
2/log2 = Constante asociada al espaciamiento entre los valores de las escalas logarítmicas. 2 garantiza que la distancia gráfica entre intervalos logarítmicos sea de 2 cm.

$Ci = Da + Di$ (7)
Donde:
Ci = Distancia lineal corregida
Da = Distancia en escala lineal
Di = Espaciamiento acumulado de los intervalos desde el origen hasta la posición deseada.

Uso del Nomograma de Holdridge

La transformación de unidades permite estimar la ubicación de las unidades *REP* y *PMA* en relación con un sistema de referencia en donde se encuentra codificado el nomograma de Holdridge con cada uno de los hexágonos que componen a las zonas de vida acorde a centroides coordenados (x,y), así como los rangos que delimitan cada una de las regiones latitudinales, altitudinales y de humedad del sistema de clasificación. La ubicación de cada valor sobre su recta de origen del nomograma es estimado mediante las siguientes ecuaciones:

$xa = Seno(\emptyset\frac{1}{2}) * Di$ (8)
Donde:
xa = Coordenada X sobre la recta de origen del nomograma
ø = Ángulo formado entre las rectas REP Y PMA (60°)
Di = Espaciamiento acumulado de los intervalos desde el origen hasta la posición deseada.

$ya = Coseno(\emptyset\frac{1}{2}) * Di$ (9)
Donde:
ya = Coordenada Y sobre la recta de origen del nomograma
ø = Ángulo formado entre las rectas REP y PMA (60°)
Di = Espaciamiento acumulado de los intervalos desde el origen hasta la posición deseada.

$b = -(m * x0) + y0$ (10)
Donde:
b = Ordenada al origen..
m = Pendiente de la recta y
y0 = Ordenada del origen del nomograma.

Obtenidos los valores de (xa, ya y b) para REP y PMA se procede a hacer uso de la ecuación de la recta para cada uno de ellos.

$y = (m * xa) + b$ (11)
Donde:
y = Valor correspondiente al eje de las ordenadas.
xa = Coordenada X sobre la recta de origen del nomograma

m = Pendiente de la recta y
b = Ordenada al origen.

Finalmente se resuelve el sistema de ecuaciones obtenido y el resultado es un par de coordenadas (x,y) que corresponden a una ubicación dentro del nomograma (Figura 2).

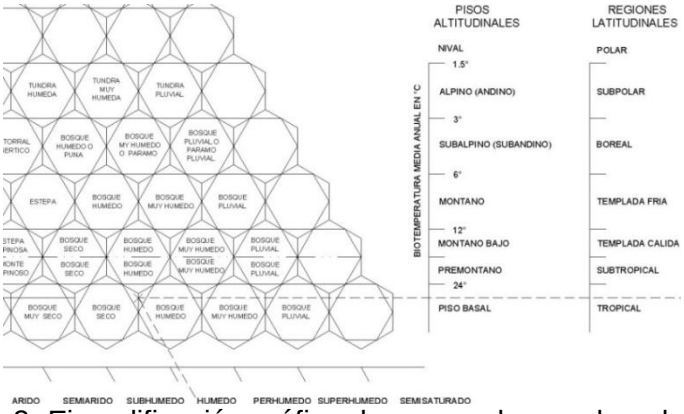


Figura 2. Ejemplificación gráfica de un par de coordenadas que permiten la ubicación de una zona de vida.

Cada uno de los hexágonos de zonas de vida cuenta con un centroide de coordenadas (x,y) por lo tanto, el centroide más cercano al par de coordenadas resultante del sistema de ecuaciones *REP* y *PMA* será el correspondiente al hexágono de la zona de vida que le atañe. Los pisos altitudinales y latitudinales se encuentran bien definidos por el eje de coordenadas “y” mientras que la región de humedad se encuentra definida directamente por los valores de *REP*.

Zonificación Bioclimática de la República Mexicana

Para poner a prueba el sistema se realizó una Zonificación Bioclimática, a nivel píxel, de la República Mexicana. La estimación de los factores climáticos tuvo como fuente de información los datos contenidos en el Extractor Rápido de Información Climatológica (ERIC III), contenedor de las estaciones climatológicas del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA, 2013). Se procesó una serie histórica de datos climatológicos con rango 1961 – 2003 y se estimó la distribución espacial de las temperaturas máximas mensuales, temperaturas mínimas mensuales y la precipitación anual total, el resultado fue un conjunto de archivos ráster con resolución espacial de 0.001665 grados de unidades de arco que fueron introducidos directamente al Sistema Automatizado de Zonificación Bioclimática.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron las clasificaciones automáticas de zonas de vida, regiones de humedad, regiones latitudinales y regiones altitudinales para la totalidad de la República Mexicana en un tiempo de proceso, aproximadamente, de solo 20 minutos (Figuras 3 a 6).

Figura 3. Zonas de Vida.

Figura 4. Región de humedad.

Figura 5. Región latitudinal.

Figura 6. Región altitudinal.

Para verificar las veracidad de las zonas de vida se realizó una comparación entre las zonas estimadas e información medida directamente en campo a través de los levantamientos del proyecto Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS) (CONAFOR, 2011). Se seleccionaron 24 sitios de muestreo, para cada uno se extrajo información referente a localización geográfica, dominancia y riqueza de especies (Cuadro 1). Utilizando la localización geográfica de cada sitio se extrajo del mapa de zonas de vida la clasificación correspondiente y se procedió a hacer una evaluación de la concordancia como se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 1. Datos de levantamientos de campo INFyS.

Localización Lat, Long	Altura MSNM	Dominancia de especies	Riqueza de especies
29.46106, -106.75020	2484	*Pinus cembroides, Juniperus monosperma*	3
28.99410, -107.24662	2881	*Pseudotsuga menziesii, Pinus ayacahuite*	4
28.66690, -110.66920	264	*Olneya tesota, Prosopis velutina*	4
28.63461, -107.18051	2380	*Quercus grisea, Quercus arizonica*	8
28.09911, -113.90259	52	-, -	0
28.51385, -104.71879	1420	-, -	0
26.60342, -107.09572	2321	*Quercus depressipes, Pinus arizonica*	11
25.25923, -111.54136	90	*Fouquieria diguetii, Pachycereus pringlei*	4
24.96341,-111.91920	24	*Pachycereus pringlei, Prosopis glandulosa*	4
20.65171,-98.48891	865	*Quercus obtusata, Erythrina folkersii*	7
30.30070,-112.13507	394	*Olneya tesota, Cercidium microphyllum*	2
31.98126,-115.12559	1	-, -	0
17.60405,-100.35725	2347	*Quercus obtusata, Pinus pseudostrobus*	5
17.25271,-95.65979	209	*Trema micrantha, Cochlospermum vitifolium*	3
26.00090,-102.45845	1341	-, -	0
25.80125,-99.55225	178	*Acacia farnesiana, En identificación*	2
24.00515,-102.05622	1834	-, -	0
22.25689,-104.68879	1728	*Quercus magnoliifolia*	1
20.22479,-88.97231	28	*Bursera simaruba, Lysiloma latisiliquum*	10
20.12808, -104.69215	1926	*Quercus praeco, Pinus lumholtzii*	8
18.16212, -89.31121	227	*Haematoxylum campechianum, Eugenia mayana*	25
16.29638, -92.19735	1949	*En identificación*	2

Cuadro 2. Evaluación de concordancia de zonas de vida estimadas y observadas.

		Zonas de vida estimadas												
		bh-M	bh-PM	bh-t	bsh-MB	bsh-PM	bsh-t	dpa-M	dpa-PM	esh-M	esh-MB	mda-MB	mda-PM	mesa-MB
Zonas de vida observadas	bh-M	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	bh-PM	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	bh-t	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	bsh-MB	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	bsh-PM	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	bsh-t	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	dpa-M	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	dpa-PM	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
	esh-M	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	esh-MB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
	mda-MB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	mda-PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
	mesa-MB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

La evaluación de concordancia se realizó mediante el coeficiente Kappa (Cohen, 1960), haciendo uso de la ecuación 12.

$$K = \frac{(N*\sum Xij)-\sum(Xc*Xl)}{N\text{^}2-\sum(Xc*Xl)} \quad (12)$$

Donde:

K = Coeficiente Kappa.

N=Número de elementos.

Xij=Sumatoria de la diagonal

Xc = Sumatoria de columnas

Xl= Sumatoria de renglones

De acuerdo a la evaluación de concordancia realizada, se obtuvo un valor de 0.95. El coeficiente Kappa toma valores teóricos entre 0 (total desacuerdo) y 1 (máximo acuerdo) por lo tanto, el grado de concordancia obtenido es casi perfecto, de acuerdo con la jerarquía del nivel de concordancia propuesto por Landis y Koch (1977), lo que demuestra la validez de la zonificación bioclimática realizada.

CONCLUSIONES

El desarrollo del Sistema Automatizado de Zonificación Bioclimática ha permitido obtener resultados de forma rápida y sencilla, estando en posibilidad de enfocar los esfuerzos más en la calidad de la información fuente requerida que en la zonificación misma, ya que el tiempo necesario por el sistema para realizar las estimaciones es de solo unos cuantos minutos. La zonificación bioclimática resultante está en posibilidad de ser utilizada como complemento del resto de zonificaciones climáticas actualmente en uso en nuestro país permitiendo un adecuado estudio de las comunidades naturales y sus interrelaciones entre los factores Agua, Suelo Planta y Atmósfera enriqueciendo de esta manera, los alcances de las investigaciones enfocadas al aprovechamiento integral de los recursos naturales.

BIBLIOGRAFÍA

Cohen, J. 1960. A coefficient of agreementfor nominal scales. Educ.Psycho.l Meas.

Crivelli, E. y Dzendoletas, M. 2002. Una propuesta para extender el rango de aplicación de la clasificación climática de Holdridge. Ecología Austral 12(1): 49-53.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2011. Manual y procedimientos para el muestreo de campo Re-muestreo 2011. Dirección Nacional. Guadalajara, Jalisco.

García, E. 1964. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Ed. Offset Larios. México.

Holdridge, L. 1996. Ecología basada en zonas de vida. Cuarta reimpresión. ISBN 92-9039-131-6.

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). 2013. Extractor Rápido de Información Climatológica. Eric III Versión 3.2.

Köppen, W. 1948. Climatología. Ed. Fondo de Cultura Económica, México, P. 233.

Landis, J. R. y Koch, G. G. 1977. The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics 33:159-174.

Lugo, A. E.; Baron, J. S.; Frost, T. P.; Cundy, T. W. y Dittberner, P. 1999. Ecosystem processes and functioning. Ecological Stewardship: A Common reference for Ecosystem Management, Vol. 2, Elsevier Science, New York.

Sánchez S., N. y Garduño L., R. 2008. Algunas consideraciones acerca de los sistemas de clasificación climática. Revista ContactoS No. 68

Samani, Z. 2000. Estimating Solar Radiation and Evapotranspiration Using Minimum Climatological Data . Journal of Irrigation and Drainage Engineering, Vol. 126, No. 4, pp. 265-267.

Tosi, J. A. 1997. An ecological model for the prediction of carbon offsets by terrestrial biota. Tropical Science Center. San José, Costa Rica.

Villodas, R. 2008. Hidrología. Guía de Estudio para Cátedras Hidrología I, Hidrología II, Unidad 2: Climatología y Meteorología. Mendoza: Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ingeniería.

TÉCNICAS DE PERCEPCIÓN REMOTA PARA LA ESTIMACIÓN DE CARGAS DE COMBUSTIBLES FORESTALES

Chávez Durán Álvaro Agustín[1], Villanueva Díaz José[2], Rubio Camacho Ernesto Alonso[1], Jaqueline Xelhuantzi Carmona[1], Flores Garnica José Germán[1].

[1]Campo Experimental Centro Altos de Jalisco, CIR-Pacífico Centro, INIFAP, Km. 8 carretera Tepatitlán-Lagos de Moreno. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México.
[2]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria, Relación Agua Suelo Planta Atmósfera INIFAP. Km. 6.5 Margen derecha canal Sacramento 35140. Gómez Palacio, Durango, México
chavez.alvaro@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Los incendios forestales pueden ser causados por la naturaleza (Martínez y Rodríguez, 2008), o por la acción antropogénica (Flores *et al*., 2010). En algunos casos el fuego ha provocado efectos que han modificado enormemente los ecosistemas, alterando su composición, estructura y función (Flores y Benavides, 1994). Para que un incendio forestal ocurra se requiere de tres factores básicos, que son: el material combustible, las condiciones ambientales favorables y un factor de inicio (Santiago *et al*., 1999). Los combustibles forestales constituyen uno de los factores más importantes para el manejo y control de los incendios forestales, pues este puede manipularse, ya sea eliminándolo o disminuyéndolo (Flores, 1996; Fuller, 1991). Con esto se pretende evitar la acumulación de materiales combustibles en el piso del bosque, ya que esto determina en gran medida el riesgo de incendios (Flores y Benavides, 1993; Chandler *et al*., 1983a). Más aún, se persigue cortar la continuidad espacial de estos combustibles (Zerecero y Sánchez, 1983). Con esto se tiende a evitar incendios catastróficos (Rodríguez, 1996). También se disminuye el riesgo de impacto negativo en la vegetación y arbolado, ya que, con bajas cantidades de material combustible, el calor generado es menor (Vélez, 2000). No obstante, es importante destacar que no siempre el impacto del fuego es negativo, ya que, el fuego es un detonador del proceso de sucesión vegetal el cual, tiende a garantizar la continuidad de los ecosistemas (Pickett y White, 1985).

De acuerdo a su condición, los combustibles pueden dividirse en vivos y muertos. Los primeros incluyen hierbas, arbustos y árboles o plantas que se encuentran bajo su dosel mientras que los combustibles muertos están representados por los troncos, las ramas y las hojas que normalmente se encuentran sobre el suelo (Porrero, 2000; Villers, 2006) (Figura 1). Los combustibles muertos a su vez, se dividen en finos o ligeros y gruesos o pesados (Flores y Benavides, 1994). Para ser utilizada como variable en el comportamiento potencial del fuego, la cantidad de combustible debe expresarse por clases de tamaño de los componentes vivos y muertos (Villers, 2006). Lo cual está asociado al tiempo que tardan en alcanzar el equilibrio con

la humedad ambiental, denominado “tiempo de retardo”. Este se define como el lapso en que un combustible tarda en perder o ganar (por condiciones de humedad ambiental) dos tercios de la diferencia entre su contenido inicial de humedad y el del ambiente (Foresberg, 1971). Conforme el combustible es más grande, perderá o ganará humedad más lentamente; es decir, tendrá un mayor tiempo de retardo (Villers, 2006). De esta forma, se tienen combustibles de 1, 10, 100 y 1000 horas, cuyos diámetros varían de 0 a 0.6, 0.6 a 2.5, 2.5 a 7.5 y mayores de 7.5 cm respectivamente (Cuadro 1).

Figura 1. Combustibles vivos y muertos presentes en los ecosistemas forestales.

Cuadro 1. Relación del diámetro de combustibles con el tiempo de retardo (adaptado de Rodríguez et al., 2002).

Clase	Tamaño (cm.)	Ejemplo
1 hora	< 0.6	Ramillas
10 horas	0. 61 a 2.5	Ramillas. Ramas
100 horas	2. 51 a 7.6	Ramas
1000 horas	>7.61	Troncos

Para los combustibles muertos, el método de levantamiento más ampliamente utilizada es la técnica de intersecciones planares *in situ* descrita por Brown *et al*. (1982) que estiman el volumen mediante procedimientos rápidos y sencillos de utilizar en cualquier tipo de bosque (Bautista *et al*., 2005). Una vez obtenida la información de campo, las alternativas para estimar la distribución espacial de los combustibles forestales, son variadas debido principalmente a la tendencia en el uso de herramientas de cómputo para la integración de una amplia gama de información a través de los Sistemas de Información Geográficas. Dentro de estas alternativas se encuentran los modelos de regresión, los procesos geo-estadísticos entre otros.

Debido a lo anterior, es necesario implementar estrategias de manejo de combustibles que favorezcan su reducción, sin descuidar la protección del suelo. Para ello, es necesario

caracterizar los combustibles y conocer su distribución espacial mediante la generación de mapas de combustibles.

MATERIALES Y MÉTODOS

La zona seleccionada para el estudio fue el Área Natural Protegida de Sierra de Quila, ubicado a 7 Km de la cabecera municipal de Tecolotlán, en el Estado de Jalisco. La primera etapa en la estimación de la distribución espacial de los combustibles presentes en Sierra de Quila, consistió en establecer el diseño de muestreo. Primeramente se generaron una serie de estratos producto de la combinación de diversas capas temáticas (Altitud, pendiente, exposición, índice y tipo de vegetación). Estos dos últimos, producto del análisis de imágenes de satélite SPOT 5. El primero fue un índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) obtenido a partir de la energía contenida en los rangos del rojo e infrarrojo cercano del espectro electromagnético (Guyot, 1994), utilizado principalmente para estimar la densidad de la vegetación. El segundo se obtuvo mediante una clasificación espectral a través del método Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique (ISODATA) (Tou y Gonzalez, 1974) en conjunto con el naive Bayes (Domingos y Pasan, 1997). De esta manera se generaron siete estratos y posteriormente de forma aleatoria se distribuyó en ellos la ubicación de los sitios a levantar en campo.

La estrategia de para el muestreo de combustibles forestales en campo se muestra en la Figura 2, donde se ejemplifica el diseño de un conglomerado de muestreo de combustibles forestales. A partir del centro del conglomerado se ubican tres sitios de muestreo, a una distancia de 8.9 m y en ángulos de azimut 0°, 120° y 240°.

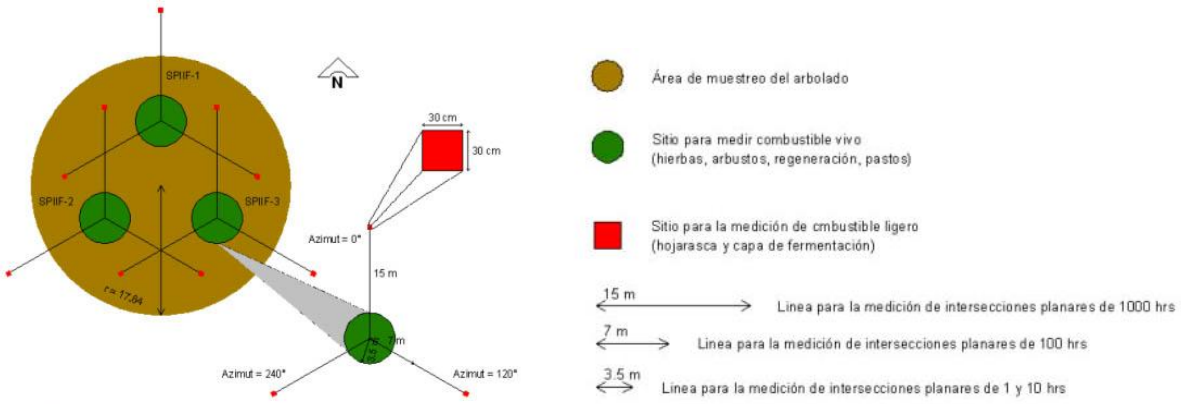


Figura 2. Diseño de muestreo de los conglomerados donde se agrupan tres sitios de muestreo.

A su vez cada sitio de muestreo está conformado por tres transectos (15 m), distribuidos en ángulos de 0°, 120° y 240° de azimut (Figura 4). Estos son subdivididos a los 3.5, 7 y 15 m, que servirán para el levantamiento del número de intersecciones de los combustibles de 1, 10 y 100 horas. En el caso de los combustibles de 1000 horas, se mide su diámetro en el punto donde el tronco intersecta el plano imaginario. Además, se determina si este combustible está podrido o, si por el contrario, esta "firme" (Figura 3).

Figura 3. Medición de combustibles de 1000 horas y conteo de intersecciones de combustibles de 100 horas.

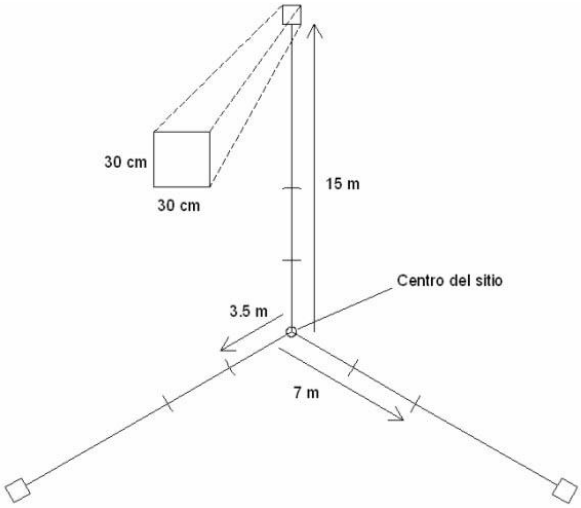


Figura 4. Diseño de muestro de combustibles forestales mediante transectos.

Al final de cada transecto se colocó un recuadro de 30 x 30 cm que sirvió para el levantamiento de los combustibles hojarasca y fermentación (Figura 5). Dicha información fue extraída y posteriormente procesada en laboratorio para estimar su peso seco (Figura 6). Todos los datos obtenidos sobre los combustibles forestales, tanto en campo como en laboratorio, fueron integrados en formatos específicos para su posterior análisis a través del Sistema de Cálculo de Combustibles SICCO.

Figura 5. Medición y extracción de las capas de fermentación y hojarasca.

Figura 6. Proceso de muestras de combustibles en laboratorio.

Una vez calculados los combustibles en cada sitio de muestreo en toneladas por hectárea, se procedió a estimar su distribución espacial a través del método de interpolación Kriging Ordinario, se estimaron coeficientes de correlación en relación a los combustibles calculados en los sitios de muestreo y las variables utilizadas para la generación de los estratos, en aquellos que se encontró una mayor correlación se estimó una ecuación de regresión que sirvió como auxiliar en la generación del mapa de combustibles totales de la zona de estudio (Figura 7).

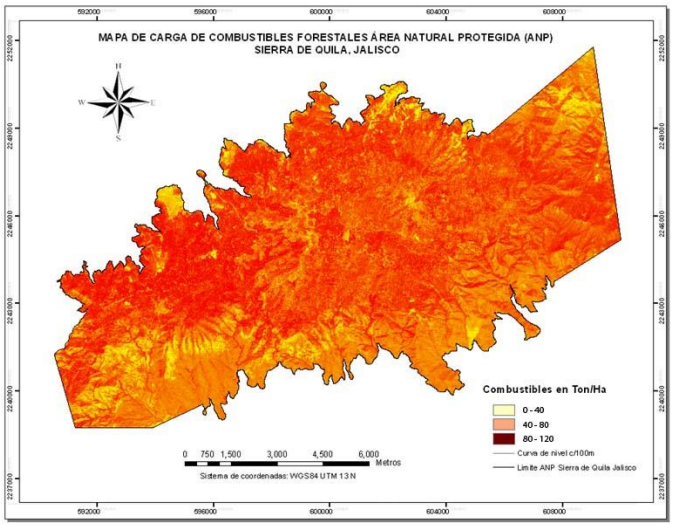


Figura 7. Mapa de combustibles totales presentes en la Sierra de Quila, Jalisco.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Área Natural Protegida Sierra de Quila presenta cargas de combustibles desde las 0 toneladas por hectárea en zonas de suelo desnudo hasta las 120 en zonas de difícil acceso, lo que las convierte en zonas peligrosas. Los valores de los índices de vegetación encontrados parten del -0.25 al 0.83, los valores negativos varían en límites muy pequeños ubicados principalmente en caminos y en zonas de suelo desnudo, por su parte los valores positivos varían dependiendo el tipo de vegetación y la densidad del arbolado.

La estimación de la carga de combustibles de los sitios en asociación encino-pino presentan un coeficiente de correlación de 0.83 en relación al índice de vegetación obtenido en esos mismos sitios, asimismo la carga de combustibles en sitios de asociación pino-encino presenta un coeficiente de correlación de 0.76 en relación a su correspondiente índice de vegetación. Esto nos indica que existe una relación muy estrecha entre la carga de combustibles y los índices de vegetación haciendo posible modelar su distribución espacial mediante la aplicación de ecuaciones de regresión obteniendo resultados aceptables.

CONCLUSIONES

El mapa de combustibles obtenido para la ANP Sierra de Quila, Jalisco sienta las bases para estimación de sus zonas de riesgo de incendio y a su vez marca la pauta para estudios en zonas con características semejantes en otras partes de la república mexicana donde sea posible extrapolar los resultados alcanzados mediante la aplicación de las ecuaciones de regresión estimadas en relación al tipo de vegetación e índice de vegetación. De esta manera será posible minimizar los costos de los levantamientos de campo y centrar los esfuerzos en la precisión de los análisis.

BIBLIOGRAFÍA

Bautista R., J.; Treviño G., E.; Návar C., J. de J.; Aguirre C., O. y Cantú S., I. (2005). Caracterización de combustibles leñosos en el ejido Pueblo Nuevo, Durango. Chapingo, serie ciencias forestales y ambientes. 11 (001): 51-56 p.

Brown, J. K., Oberheu, R. D.; Johnston, C. M. (1982). Handbook for inventorying surface fuels and biomass in the interior West. USDA, Forest Service General Technical Report INT-129. 48 p.

Chandler, C.; Cheney, P.; Trabaud, L. and Williams, D. (1983). Fire in the forestry. Forest fire behaviour and effects. Vol. I. John Wiley Sons, Inc. USA. 450p.

Flores G., J. G.; Moreno G., D. A. y Morfín R., J. E. (2010). Muestreo directo y fotoseries en la evaluación de combustibles forestales. INIFAP, SAGARPA. Campo experimental Centro Altos de Jalisco. Folleto técnico Núm. 4.

Flores G., J. G. y Benavides S., J. D. (1993). Quemas controladas y su efecto en los nutrimentos del suelo en un rodal de pino. Boletín de difusión del Instituto de Madera, Celulosa y Papel. Universidad de Guadalajara. 24-25, 6(1-2).

Flores G., J. G. y Benavides S., J. D. (1994). Efecto de las quemas prescritas sobre algunas características del suelo en un rodal de pino. Revista Terra Vol. 12 (4): 393-400.

Flores G., J. G. (1996). Aplicación de sensores remotos y sistemas de información geográfica para el mapeo de riesgo de incendios forestales. INIFAP, SAGAR. Campo Experimental Colomos. Folleto Informativo No. 1.

Foresberg, M. A. (1971). Moisture calculations for the 100 hour timelang fuels for fire danger rating. USDA For. Serv. Res. Note RM-199. 7 p.

Fuller, M. (1991). Forest fires. An introduction to wildland fire behaviour, management, fire fighting and prevention. John Wiley & Sons, Inc. USA. 238 p.

Martínez D., R. y Rodríguez T., D. A. (2008). Los incendios forestales en México y América Central. En: Memorias del segundo simposio internacional sobre políticas, planificación y economía de los programas de protección contra incendios forestales: Una visión global. GENERAL TECHNICAL REPORT PSW-GTR-208. USADA Forest Service. Pp 767-779.

Pickett, S. y White, P. (1985). Patch dynamics: a synthesis. The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Nueva York. 371-384 p.

Porrero R, M. A., (2000). Incendios Forestales I. Investigación de causas. Mundi Prensa 158 p.

Rodríguez T., D. A. (1996). Incendios forestales. Mundi-Prensa México, D. F., Universidad Autónoma Chapingo, México. 630 p

Santiago F. H; Servin M., M; Rodarte R., H; Garfias A. F. (1999). UNAM. Programa Universitario de Medio Ambiente Dirección general de Publicaciones y Fomento Editorial.107 p.

Tou, J. T. and Gonzalez R. C. (1974). Pattern Recognition Principles. Addison-Wesley Publishing Co.P. Domingos y M. Pazzani (1997). On the optimality of the simple Bayesian classifier under zero-one loss. Machine Learning.

Vélez R. (2000). La defensa contra Incendios Forestales. Fundamentos y experiencias. Mc Graw Hill. España.

Villers-Ruíz, Ma. de L., (2006). Incendios Forestales. Ciencias. Núm. 081. Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F, 60-66.

Zerecero L., y G. Sánchez C., J. (1983). Método práctico para calcular la cantidad de combustibles leñosos y hojarasca. Nota Divulgativa 9. CIFONOR-INF. 16 p.

ESTIMACIÓN DEL ALMACENAMIENTO DE CO_2 EN ÁRBOLES DE GUAYABA EN CALVILLO, AGUASCALIENTES

Meraz-Jiménez Antonio de J[1]; Torres-González Jorge A.[1]; Rojas-García Fabiola [3] Galarza-Mendoza José L.[2]; Romo-Durán Juan J.[1];

1Universidad Autónoma de Aguascalientes, Av. Universidad 940, Col. Cd. Universitaria, Aguascalientes, C.P. 20131, Aguascalientes. México. Autor para correspondencia: ajmeraz@correo.uaa.mx 2Instituto Tecnológico de Torreón, Carretera Torreón-San Pedro, km 7.5, Ejido Ana, C.P. 27170, Torreón, Coah. México. 3Programa Mexicano del Carbono, Chiconautla No. 8 Interior A, Col. Lomas de Cristo, C.P. 56230, Texcoco, Estado de México, México. ajmeraz@correo.uaa.mx

INTRODUCCIÓN

Los estudios de captura de carbono proveen información para instrumentar acciones orientadas al aprovechamiento integral de los recursos naturales, un ejemplo son los ecosistemas subtropicales de la región de Calvillo, que cuentan con el cultivo del guayabo la cual es la principal actividad agrícola con aproximadamente 6000 ha plantadas. A nivel nacional son tres estados los que presentan la mayor superficie sembrada, Aguascalientes ocupa el segundo lugar con 6,268.20 ha, detrás de Michoacán con 9,448.20 y por delante de Zacatecas con 3,040.12 ha (SAGARPA-SIAP, 2014).

Los árboles en un huerto funcionan como un proceso dinámico y desde el punto de vista de un balance de masa incluye una entrada (insumos), un movimiento (crecimiento) y una salida (mortalidad y cosecha).

El cambio climático afectará a los procesos del ciclo del carbono de un modo que agudizará el aumento del CO_2 en la atmosfera (IPCC, 2013)

Las plantas utilizan CO_2 y liberan O_2 durante el proceso de la fotosíntesis; así mismo, almacenan componentes de carbono en sus estructuras leñosas por periodos prolongados, por lo que se les debe considerar como reservas naturales de carbono. Por otro lado, es conocido que la capacidad de los ecosistemas agroforestales (asociación de árboles con otros cultivos, arbustos, herbáceas o pastos) para almacenar carbono en forma de biomasa aérea, varía en función de la edad, diámetro, altura de los componentes arbóreos como la densidad de población de cada estrato y por comunidad vegetal (Alegre *et al*., 2000 citado por Concha *et al.,* 2007).

El objetivo del proyecto fue determinar el almacenamiento de C mediante el uso de ecuaciones alométricas en árboles de guayaba, las que fueron establecidas en la fase destructuva del proyecto, mediante el derribo, seccionamiento y determinación de C en laboratorio (Meraz *et al*., 2011). El estudio busca revalorar al cultivo de guayaba, como parte de los servicios ambientales que se derivan de un sistema de captura de C.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

El presente estudio se desarrolló en la zona productora de guayaba de Aguascalientes, en el municipio de Calvillo, que ocupa una superficie de 94,195 ha y representa el 16.47% del territorio del estado (datos del SIG del proyecto).

Determinación de biomasa y carbono en árboles

Para determinar la biomasa y C en los árboles, se ubicaron 50 huertas. El dato principal que se utilizó para aplicar la fórmula fue el del DAP, en este caso, a 1.5 m, para lo cual se tomó la suma de los diámetros de los troncos o brazos principales. Con estos datos se aplicaron las ecuaciones para determinar la biomasa aérea (BA) y contenido de carbono aéreo (CCA) en kg:

$$BA=1.2063*DAP^{1.4255} \quad (1)$$

$$CCA=0.6867*DAP^{1.4209} \quad (2)$$

La base de muestreo para una hectárea fue del 10% de los árboles, conforme al marco de plantación y densidad del arbolado. Por ejemplo un marco de plantación de 5 m x 5 m tendremos 400 árboles por ha, en base a esto se dividió en cuatro cuadrantes y fueron seleccionados diez árboles por cuadrante para completar 40 árboles que representa el 10%.
El potencial de carbono por hectárea se obtuvo multiplicando el promedio de los árboles (10%) por el No. de árboles por ha (determinado por el marco de plantación).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Biomasa de los árboles

Una vez obtenidos los diámetros a la altura del pecho se procedió a utilizar la ecuación $BA=1.2063*DAP^{1.4255}$ para obtener la biomasa de los árboles. En las huertas de Calvillo se encontraron árboles con diferente biomasa, de las cuales destacan la huerta Mesa Grande Tres, con un peso de 5,655 kg seguido de los Adobes y las Palmas con 4,878 y 4,858 kg respectivamente. Y los menores pesos fueron dos árboles para la huerta el Zapote con 47 y 80 kg, seguido de la Vinatera con 84 kg.

Ahora bien si hacemos los cálculos por ha, la mayor cantidad de biomasa fue para la huerta Loma de los Pollos con 467 t/ha, la Palma y los Adobes con 433 y 403 t/ha respectivamente. Los de menor cantidad de biomasa fue para la huerta MCE con 82 t/ha, seguido de las Manguillas con 93 y la Vinatera con 96 t/ha.

Estimación de captura de carbono por ha

Una vez que se obtuvieron los datos de la biomasa por árbol y huertas se utilizó la ecuación de $CCA=0.6867*DAP^{1.4209}$ para obtener el contenido de carbono.

Por árbol la huerta Mesa Grande tres, fue el que presentó mayor acumulación con 3,138 kg C/ árbol seguido de los Adobes y las Palmas con 2,704 y 2,692 kg C/árbol respectivamente.

Y los de menor acumulación fueron dos árboles para la huerta el Zapote (26 y 45 kg de C/ árbol) y la Vinatera con 47 kg de C/árbol.

Ya teniendo el resultado del carbono en los árboles se procede a multiplicar por el número de árboles presentes según el marco de plantación para obtener el resultado por hectárea.

Las huertas con mayor acumulación fueron Loma de los pollos, La Palma y los Adobes con 260, 240 y 224 t de C/ha respectivamente. Y las huertas con menor acumulación fue la llamada MCE, Manguillas y la Vinatera con 46, 52 y 53 t de C / ha., para cada una de ellas.

Promedio de carbono en base al marco de plantación

En el Cuadro 1, se muestra el marco de plantación usado en la zona guayabera, así como la densidad de árboles por ha, y el potencial promedio de captura de carbono que tiene cada uno de ellos. Comparando los resultados reportados por Concha *et al*. (2007), en árboles de cacao con edad de 12 años asociado con frutales presentó un secuestro de 45.1 t de C / ha, aunque en guayaba la edad varía entre huerta, este valor nos sirve de referencia y nos indica que los guayabos acumula más carbono que otros frutales. Por su parte Espinoza-Domínguez *et al*., (2012) determinaron el carbono en sistemas agroforestales de café donde obtuvieron resultados como: café + macadamia con 34 t de C /ha, café + chalahuite y café + plátano con 29 y 27 t de C /ha respectivamente. En base en lo anterior las huertas de guayaba son muy importantes debido a la mayor acumulación de carbono presente en su biomasa. Si utilizamos el factor de conversión de 3.67 (44/12) del IPCC., para pasar de Carbono a dióxido de carbono (CO_2) se tiene un secuestro de 484 t de CO_2 para un marco de plantación 8x8, como se muestra en la tabla siguiente. El CO_2 es un gas de efecto invernadero y de esta manera se puede secuestrar el dióxido, mediante el proceso de fotosíntesis por parte de los árboles de guayaba que posteriormente se transforma en biomasa.

Cuadro 1. Promedio de la captura de carbono por ha, conforme al marco de plantación.

Marco de plantación	Árboles	Productores	t de C	t de CO_2
	#	-----%----	----------ha----------	
5 x 5	400	6	83	304
6 x 6	277	16	117	429
7 x 7	204	48	107	393
8 x 8	156	24	132	484

Se puede observar que las huertas con menor número de árboles tienen mayor acumulación de C (132 t/ha 8 x 8 contra 83 ton/ha de 5 x 5) Se infería que a mayor número de árboles mayor acumulación de C/ha, sin embargo no fue así, cabe destacar que la tendencia en Calvillo marca a este tipo marcos de plantación de 5 x 5, por lo que es recomendable incrementar los muestreos en este tipo de plantación para ver su comportamiento. Ya que los productores están intercalando nuevos árboles en los marcos de plantación de 7 x 7, para incrementar la densidad de árboles por ha.

CONCLUSIONES

El árbol de guayabo es muy importante ya que provee alimento por una parte y por otro ayuda a la acumulación de carbono, por lo que la zona guayabera se le debe valorar por ser proveedora de servicios ecosistémicos como lo es la captura de CO_2, ya que se le ha dado poca o nula importancia de la contribución que ésta provee en la reducción de gases de efecto invernadero.

BIBLIOGRAFÍA

Alegre J., Ricse A., Arévalo L., Barbarán J. & Palm C. 2000. Reservas de carbono en diferentes sistemas de uso de la tierra en la amazonía peruana. Consorcio para el Desarrollo Sostenible de Ucayali (CODESU) Boletín informativo. 12: 8-9.

Concha Y. J., Alegre J. C y Pocomucha V. 2007. Determinación de las reservas de carbono en la biomasa aérea de sistemas agroforestales de Theobroma cacao l. en el departamento de San Martín, Perú. Ecologia Aplicada. 1726-2216.

Espinoza-Domínguez W., Krishnamurthy, L., Vázquez-Alarcón, A. Torres-Rivera, A. 2012. Almacén de carbono en sistemas agroforestales con café. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. ISSN 2007-3828

Intergovernamental panel on climate change (IPCC). Resumen para responsables de políticas: en Cambio Climático 2013, base de ciencia física. Conclusiones del grupo de trabajo I al quinto informe de evaluación del grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático. En http://www.climatechange2013.org/ visto 19 de julio 2015.

Meraz J. A. J., Galarza M. J. L., Luna R. J. de J., Ponce M. A., Torres G. J.A y De Luna J. A. 2011. Estimación de Biomasa y Carbono en Huertos de Guayabo (*Psidium guajava*) en Calvillo, Aguascalientes. En el 12º Seminario de Investigación. Universidad Autónoma de Aguascalientes.

SAGARPA (Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) en SIAP (Servicio de Información Agropecuaria y Pesquera) 2014. Cierre de la producción agrícola por estado. http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/ (visto 20 de julio 2015)

EVALUACIÓN DE LA TEMPERATURA SIMULADA POR EL MODELO WRF EN REGIONES AGRÍCOLAS DE MÉXICO

A. Corrales[1], H. Flores[2], M. P. Narváez[1], O. Ruíz[1] y L. A. González[1]

[1]INIFAP-C.E. Pabellón. Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos, Pabellón de Arteaga, Ags., México.[2]INIFAP-C.E. Valle del Guadiana, Durango, Dgo., México.
e-mail: **corrales.arturo@inifap.gob.mx**

INTRODUCCIÓN

México es afectado por varios tipos de fenómenos hidrometeorológicos que pueden provocar la pérdida de vidas humanas o daños materiales importantes. El territorio mexicano está expuesto principalmente a precipitaciones e inundaciones, granizadas, nevadas, heladas, tormentas eléctricas y tornados (Prieto *et al*., 2010).

El uso de modelos de predicción numérica del tiempo constituye una herramienta tecnológica complementaria a la interpretación de observaciones convencionales que puede añadir un gran valor al proceso de pronóstico. La mayor resolución espacial y temporal de los datos del modelo permite a un meteorólogo observar con mayor detalle la evolución de un fenómeno meteorológico y puede proporcionar un marco más detallado en el cual las observaciones reales pueden ser interpretadas (Litta *et al*., 2012).

Actualmente, instituciones de Estados Unidos y Europa han implementado el sistema WRF (*Weather Research and Forecasting*) principalmente para la protección contra desastres naturales; en México, la CONAGUA y la Universidad de Guadalajara hacen uso de este sistema (Ramírez y Cuevas, 2012). A partir de Enero de 2012 el INIFAP ha implementado el modelo WRF con el propósito de atender a la demanda de pronóstico meteorológico en regiones agrícolas del país. Durante el mes de diciembre del mismo año se puso de forma operativa en fase experimental y en proceso de validación. El objetivo del estudio fue evaluar la temperatura mínima en 24 h pronosticada mediante el modelo WRF y compararla con los datos registrados en la Red Nacional de Estaciones Automatizadas (RNEAA) que administra el INIFAP.

MATERIALES Y MÉTODOS

Modelo numérico.

El sistema de modelado WRF es resultado de un esfuerzo de múltiples agencias para proporcionar un sistema de nueva generación de modelo de pronóstico de mesoescala que tiene como objetivo el avance tanto de la comprensión y predicción del tiempo meteorológico así como acelerar la transferencia de los avances de la investigación hacia la parte operativa. El modelo está siendo desarrollado en conjunto por: National Centers for Environmental Prediction (NOAA/NCEP), NOAA Earth Systems Research Laboratory Global Systems Division

(NOAA/ESRL/GSD), National Center for Atmospheric Research (NCAR), Mesoscale Microscale Meteorology Division (MMM), Department of Defense's Air Force Weather Agency (AFWA) y la Federal Aviation Administration (FAA) junto con la participación de científicos universitarios y de colaboradores internacionales (Janjic *et al*., 2010).

El modelo WRF cuenta con dos núcleos dinámicos: 1) Advanced Research WRF (ARW) y, 2) Non Hydrostatic Mesoscale Model (NMM). El NMM fue desarrollado por la NOAA/NCEP. Es un modelo de mesoescala completamente compresible, no hidrostático con una opción hidrostática (Janjic, 2003). El ARW fue desarrollado principalmente por el NCAR. Es un subconjunto del sistema de modelado WRF qué, además del núcleo; abarca esquemas para la física, opciones numéricas y dinámicas, rutinas de inicialización y un paquete de asimilación de datos (WRF-Var). Algunos paquetes para la física son ampliamente compartidos con el WRF-NMM (Skamarock *et al*., 2008).

En el presente trabajo se empleó el software WRF Environmental Modeling System (EMS), el cual fue desarrollado por el NWS Science Operations Officer (SOO) Science and Training Resource Center (STRC). Un beneficio de utilizar el WRF EMS es que incorpora ambos núcleos dinámicos en un único modelo de pronóstico (Rozumalski, 2006). El software consiste en programas pre-compilados que son fáciles de instalar y ejecutar. El WRF EMS contiene todas las opciones para la física disponibles para los núcleos ARW y NMM (Watson, 2007).

Configuración del modelo.

El modelo se integró diariamente de Octubre 2012 a Mayo 2013 por periodos de simulación de 120 horas. Se configuró un único dominio con paso de malla horizontal de 13 km y una estructura vertical de 35 niveles desigualmente espaciados. Las condiciones iniciales y de frontera fueron las 6000 UTC del Global Forecast System (GFS) a .5° x .5° de resolución. No se consideró periodo de spin-up (Tabla 1).

Con base al pronóstico diario se construyeron 5 series de tiempo utilizando las 24, 48, 72, 96 y 120 h de simulación para el periodo Octubre 2012-Mayo 2013 (Tabla 2).

Tabla 1. Configuración del modelo

Longitud de la simulación	120 horas
Frecuencia de actualización de las condiciones de frontera	03 horas
Dinámica	No hidrostático
Esquema de cumulus	Betts-Miller-Janjic
Esquema de microfísica	Milbrandt-Yau
Esquema de capa límite planetaria	Mellor-Yamada-Janjic
Esquema de suelo	Noah 4-Layer LSM
Esquema de capa superficial	Monin-Obukhov (Janjic)
Radiación de onda larga	RRTM
Radiación de onda corta	Dudhia Scheme

Tabla 2: Esquema de tiempo del pronóstico

Octubre 2012	1	2	3	4	5	6	7	8	9	…
Pronóstico	$d1_{24}$	$d2_{48}$	$d3_{72}$	$d4_{96}$	$d5_{120}$					
…		$d1_{24}$	$d2_{48}$	$d3_{72}$	$d4_{96}$	$d5_{120}$				
…			$d1_{24}$	$d2_{48}$	$d3_{72}$	$d4_{96}$	$d5_{120}$			
…				$d1_{24}$	$d2_{48}$	$d3_{72}$	$d4_{96}$	$d5_{120}$		
…					$d1_{24}$	$d2_{48}$	$d3_{72}$	$d4_{96}$	$d5_{120}$	
…										…

Puntos de evaluación del WRF.

Se interpoló la malla del WRF a la ubicación de las estaciones agrometeorológicas, se utilizó el método de interpolación IDW mediante el software Surfer v12. Solo se consideraron estaciones que contaron con al menos el 80% de datos por día. El número de estaciones resultantes después de aplicar estos criterios fue de 240. La Figura 1 muestra la ubicación de los sitios donde se contrastó el WRF.

Análisis estadístico.

Con el fin de analizar la precipitación simulada, se realizó el análisis estadístico mediante la estimación del Correlation coefficient (CC), Root mean square error (RMSE), Mean absolute error (MAE) y Sesgo (BIAS).

$$CC = \sum(f_i - f)\,(o_i - o)/\sqrt{(f_i - f)^2(o_i - o)^2}$$

1)

$$RMSE = \sqrt{(1/N)\sum_{i=1}^{N}(f_i - o_i)^2}$$

2)

$$MAE = (1/N)\sum_{i=1}^{N}|f_i - o_i|$$

3)

$$BIAS = (1/N)\sum_{i=1}^{N}(f_i - o_i)$$

4)

Donde f_i es el dato simulado, o_i el dato registrado por la estación agroclimatológica, f y o son los promedios de f_i y o_i respectivamente y N el número de datos.

Figura 1. Estaciones agrometeorológicas (·) resultantes después de aplicar los criterios de selección.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de la temperatura mínima simulada.

La Tabla 3 muestra el promedio de los parámetros estadísticos de los 240 puntos evaluados. Se observa una correlación positiva alta en el rango de 0.73 a 0.80. Se observó un bias cálido en el rango de 1.78 a 2.48 °C, debido posiblemente a la parametrización de capa límite (Zhang *et al*., 2009).

Las 24 y 48 h de simulación mostraron un mayor coeficiente de correlación, EMA, BIAS y RCCME respecto a los 72, 96 y 120 h.

Tabla 3. Estadísticos promedio de los puntos evaluados en el periodo **Octubre 2012 a Mayo 2013.**

Variable analizada	Tiempo de simulación (h)	EMA (°C)	BIAS (°C)	RCCME (°C)	CC
Temperatura mínima	24	3.13	2.48	3.69	0.80
	48	2.99	2.14	3.58	0.78
	72	2.92	1.94	3.51	0.77
	96	2.94	1.87	3.53	0.76
	120	2.98	1.78	3.6	0.73

La Figura 2 muestra la distribución espacial del BIAS, el cual nos permite identificar las regiones donde el WRF presentó un valor alto para este estadístico. La Figura 3 muestra la distribución espacial del CC, lo cual nos brinda información útil acerca de la habilidad del modelo para mostrar la tendencia o relación con dicha variable; y nos permite identificar zonas de relevancia agrícola donde se pueda utilizar de manera confiable en la toma de decisiones del sector agrícola.

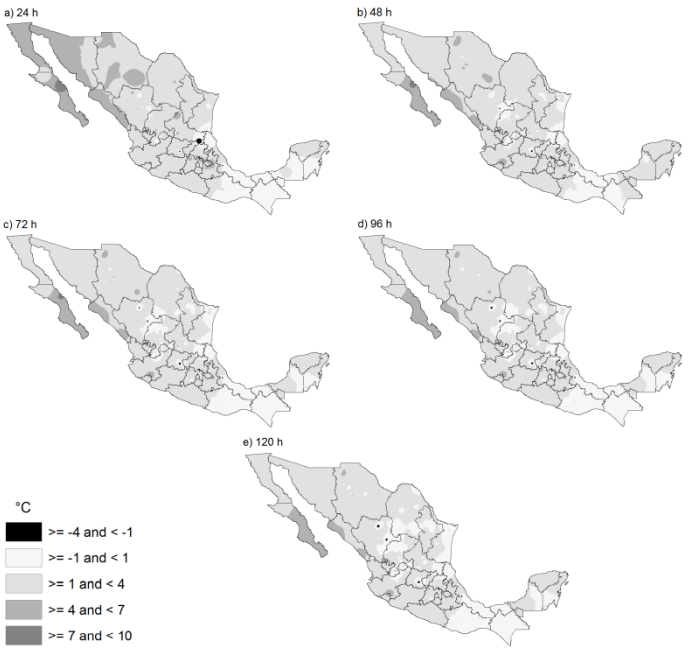


Figura 2. Distribución espacial del BIAS de la temperatura mínima para las a) 24, b) 48, c) 72, d) 96 y e) 120 h de simulación. Octubre 2012-Mayo 2013.

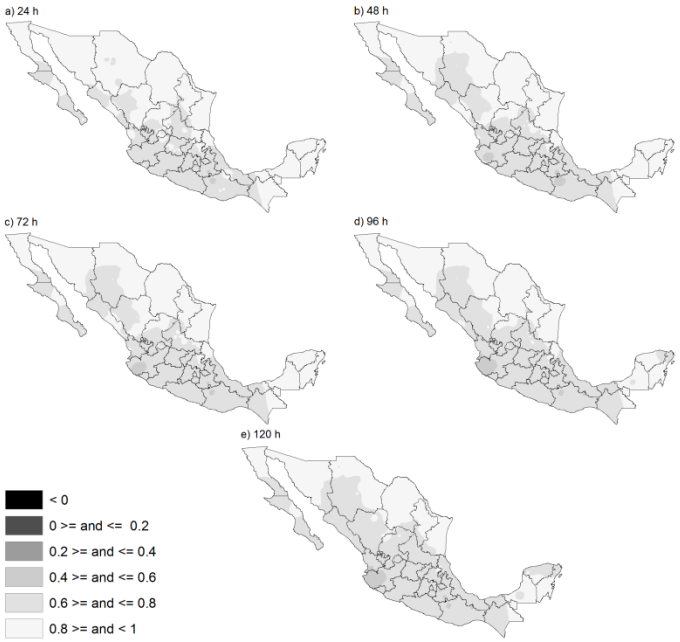


Figura 3. Distribución espacial del CC de la temperatura mínima para las a) 24, b) 48, c) 72, d) 96 y e) 120 h de simulación. Octubre 2012-Mayo 2013.

CONCLUSIONES

La disponibilidad de un pronóstico de temperatura mínima a mediano plazo (5 días) brinda una orientación útil en la toma de decisiones en la agricultura, principalmente en áreas donde pueden existir pérdidas por heladas.

El modelo WRF núcleo dinámico ARW mostró una buena correspondencia entre las observaciones y las simulaciones con valores del CC en el rango de 0.73 a 0.80 y se observó un bias cálido debido posiblemente a la parametrización de capa límite.

Como trabajo futuro se propone considerar otros estadísticos de validación mediante tablas de contingencia, además, estos resultados preliminares permitirán la posibilidad de aplicar una corrección al bias del modelo principalmente en las zonas donde se observó un mayor sesgo.

Para mejorar su desempeño es necesario realizar más estudios con distintas parametrizaciones de la capa límite.

BIBLIOGRAFIA

Janjic, Z. I. 2003. A nonhydrostatic model based on a new approach. Meteorology and Atmospheric Physics, vol. 82, no. 1-4, pp. 271-285.

Janjic, Z., R. Gall, and M. E. Pyle. 2010. Scientific Documentation for the NMM Solver. NCAR Technical Note, NCAR/TN- 477+STR, 54 pp.

Litta, A. J., U. C. Mohanty and Sumam Mary Ididcula. 2012. The diagnosis of severe thunderstorms with

high-resolution WRF model. Journal of Earth System Science, vol. 121, No. 2, April 2012, pp. 297–316.

Prieto, R., Ma. A. Avendaño, L. G. Matías y H. Eslava. 2010. Tormentas severas. 1a. edición, México, Centro Nacional de Prevención de Desastres, 56p. ISBN: 978-607-7558-08-8.

Ramírez Gámez, C.A. y J.C. Cuevas Tello. 2012. Sistema automático para la predicción de desastres meteorológicos en las ciudades. Ide@s CONCYTEG, 7 (86), pp. 1021-1048.

Rozumalski, R., 2006. WRF Environmental Modeling System User's Guide. NOAA/NWS SOO Science and Training Resource Coordinator Forecast Decision Training Branch, 89 pp. [Available from COMET/UCAR, P.O. Box 3000, Boulder, CO, 80307-3000].

Skamarock, W. C., J. B. Klemp, J. Dudhia, D. O. Gill, D. M. Barker, M. G. Duda, Xiang-Yu Huang, W. Wang, Jordan G. Powers. 2008. A Description of the Advanced Research WRF Version 3. NCAR Technical Note, NCAR/TN–475+STR, 125 pp.

Watson, L. R. 2007. Weather Research and Forecasting Model Sensitivity Comparisons for Warm Season Convective Initiation. NASA Contractor Report, NASA/CR-2007–214734, 43 pp.

Zhang, Y., V. Dulière, P. W. Mote, and Eric P. Salathé Jr., 2009: Evaluation of wrf and hadrm mesoscale climate simulations over the u.s. pacific northwest*. J. Climate, 22, 5511–5526. doi: http://dx.doi.org/10.1175/2009JCLI2875.1

APPCLIMA: UNA APLICACIÓN PARA LA VISUALIZACIÓN EN DISPOSITIVOS MÓVILES DE DATOS METEROLÓGICOS EN TIEMPO REAL DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES.

M. P. Narváez[1], A. Corrales[1] y L. A. González[1]

[1]Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos. INIFAP-C.E. Pabellón, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México.
e-mail: narvaez.mario@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La tecnología móvil tiene un papel clave en la vida cotidiana de las personas, en una sociedad fuertemente globalizada y en constante cambio, la cual tiene la necesidad de acceder a la información y utilizarla en cualquier ubicación del planeta. La fuerte penetración de los dispositivos móviles en la vida cotidiana se explica por varios desarrollos paralelos, entre ellos, la gran cantidad de información disponible en Internet, el alcance de la conectividad 3G y 4G, la participación de los usuarios en las redes sociales, el creciente consumo multimedia online y el acceso a teléfonos inteligentes (smartphones) y tablets que suman ocio y negocio en un mismo dispositivo y por ende existe una disminución en el uso de la computadora de escritorio. Es por ello que en México, el uso de estos dispositivos móviles así como de las aplicaciones (Apps) se ha elevado exponencialmente (Morgan, 2011).

La tecnología móvil es una fuente potencial para coadyuvar a las demandas que tiene la agricultura en México, como lo es brindar al productor a nivel nacional una fuente de información climática, para un uso eficiente y adecuado de la misma, que apoye en la toma de decisiones y contribuya a la reducción de costos de producción y permita un acercamiento a una seguridad alimentaria (como apoyo a la cruzada nacional contra el hambre). Debido a esto es importante integrarla y visualizarla de manera oportuna donde se requiera, para este fin existen una gran variedad de sistemas operativos (SO) para dispositivos móviles, el cual básicamente lo convierte en un ordenador de bolsillo (el más usado es Android). Android permite navegar por Internet al igual que una PC (Personal Computer) y además ofrecen un sinfín de funciones que mejoran notablemente la versatilidad de estos dispositivos (Cartman y Ting, 2009).

Los avances en la tecnología de Hardware (parte tangible) y Software (parte no tangible) de los Smartphones, han permitido que el uso de estos dispositivos sea muy intuitiva, es decir, fácil de aprender a utilizar. No se requiere ser un experto en dispositivos móviles o en computadoras para manipular estos dispositivos. Una persona que cuente con experiencia mínima en el uso

de los teléfonos celulares convencionales puede llegar utilizar un Smartphone como una herramienta de trabajo.

Con base en lo antes mencionado, se desarrolló una aplicación agrometeorológica para dispositivos móviles que cuenten con el SO Android versión 4.0, que permite una interacción intuitiva entre el usuario y la aplicación, la cual utiliza como insumo principal la información climática de la Red Nacional de Estaciones Agrometeorológicas Automatizadas (RNEAA) administradas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

MATERIALES Y MÉTODOS

Planeación y análisis

En esta fase consideraron las diferencias en la velocidad de internet y el tiempo que se requiere para el procesamiento de los datos, es decir para que la extracción de la información de las bases de datos y su presentación en la aplicación se realice sin ningún inconveniente, un procesamiento no adecuado de los datos repercute en la visualización. Otra situación importante es una interacción eficiente entre la base de datos y la aplicación móvil, para esto se utilizó el protocolo de comunicación HTTP (Hypertext Transfer Protocol); los cuales brindan los datos a la aplicación móvil por medio de internet. En esta fase se realizó lo siguiente:

Estudio y análisis de los estándares de comunicación de dispositivos móviles.

Algunos estándares de comunicación son de vital importancia entre las diferentes tecnologías para establecer un lenguaje común entre sistemas desarrollados distintos fabricantes. Por esta razón se decidió trabajar con el protocolo HTTP ya que permiten una interacción de datos a una velocidad suficiente para que la AppClima presente durante su uso un comportamiento fluido.

Estudio de las limitaciones y alcances de la tecnología móvil.

En México existen proveedores que ofrecen planes de banda ancha móvil y conexión fija, pero la realidad es que aunque las empresas ofrecen una infraestructura física y lógica para tener la mayor cobertura posible, no todo el territorio Nacional tiene buena cobertura y velocidad de Internet adecuada (COFETEL, 2013). Estas limitaciones llevaron a la búsqueda y desarrollo de procesos para que la aplicación (AppClima versión Beta) fuera más eficiente en la visualización de los datos. Lo anterior se apoyó con pruebas conexión mediante una vista web y protocolos de comunicación para ver el comportamiento de la aplicación y el tiempo de respuesta en

algunos dispositivos móviles como Samsung Galaxy Ace, Samsung Galaxy S3,Samsung Galaxy S4,Sony Xperia Z y Samsung Galaxy mini S3.

Estudio de la metodología Business Process Management (BPM).

Debido a que esta metodología está enfocada al modelado de procesos (Harmon P. A. 2007), por medio del software Android.net se realizó una combinación entre BPM y el proceso de desarrollo de la aplicación, lo cual permitió un panorama alineado al objetivo de desarrollar una aplicación móvil (AppClima) para datos meteorológicos con la finalidad de que sea una herramienta de apoyo a los sectores productivos y para la prevención o mitigación de los efectos de fenómenos meteorológicos adversos en Aguascalientes.

Velocidades de Internet.

Se realizaron pruebas de comunicación en diferentes zonas agrícolas del Estado de Aguascalientes, lo cual permitió determinar que protocolo de comunicación entre la base de datos y la aplicación móvil era la mejor opción, debido a que existen zonas donde la conexión es muy deficiente o inexistente.

Software libre y Análisis de factibilidad del SO Android.

Es necesario el análisis de factibilidad de los entornos de diseño así como el desarrollo de los procesos y codificación. En la actualidad, Android es una plataforma tecnológica para los dispositivos móviles que incorporan la tecnología Java cuya característica fundamental es aprovechar al máximo los escasos recursos con los que cuentan los dispositivos portátiles. Android es un software libre que proporciona mecanismos integrales para garantizar un entorno de diseño y desarrollo eficiente y es Adaptable para el uso de cualquier Base de datos utilizada en el Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos (LNMySR) del INIFAP.

Infraestructura de Hardware y Software con la que cuenta el LNMySR para el desarrollo de la AppClima.

Hardware: 5 Dell Precision T7610, 1 Unidad de almacenamiento masivo marca Dell modelo PowerVault md3600i, 1 UPS marca APC modelo surt8000rmxlt6u de 8Kva, 1 Fortigate modelo 100D, 2 Switch Cisco modelo ws-c2960s-24ps-l, 1 Chasis IBM Blade modelo E con 14 navajas blades y 3 Servidores IBM System x3755 M3.

Software: Visual Estudio 2013, SQL Server 2012, A2A, Software ARCGIS, CentOS 6.7, modelo *Weather Research and Forecasting* (WRF), Caja Negra (Software desarrollado en el LNMySR para administrar la RNEAA).

Con base en la infraestructura del LNMSR, se determinó que la versión del SO Android 4.0 ó superior se adapta mejor a estas características para desarrollar una aplicación móvil que cumpla con los requerimientos mínimos de comunicación y velocidad de internet que permita la visualización de datos meteorológicos de las estaciones meteorológicas del Estado de Aguascalientes.

Requerimientos generales de los usuarios.

Por los puntos expuestos anteriormente, es necesario considerar que la aplicación móvil en SO Android sea capaz de procesar en el mismo dispositivo los datos a visualizar. Se requiere que la visualización de las variables meteorológicas (precipitación, dirección del viento, velocidad del viento, radiación global, y humedad relativa) se realice de una manera amigable e intuitiva cada 15 minutos. Por otro lado, se propuso que la selección de estaciones meteorológicas fuera por medio de un mapa y un combo para su ágil acceso (Figura 1).

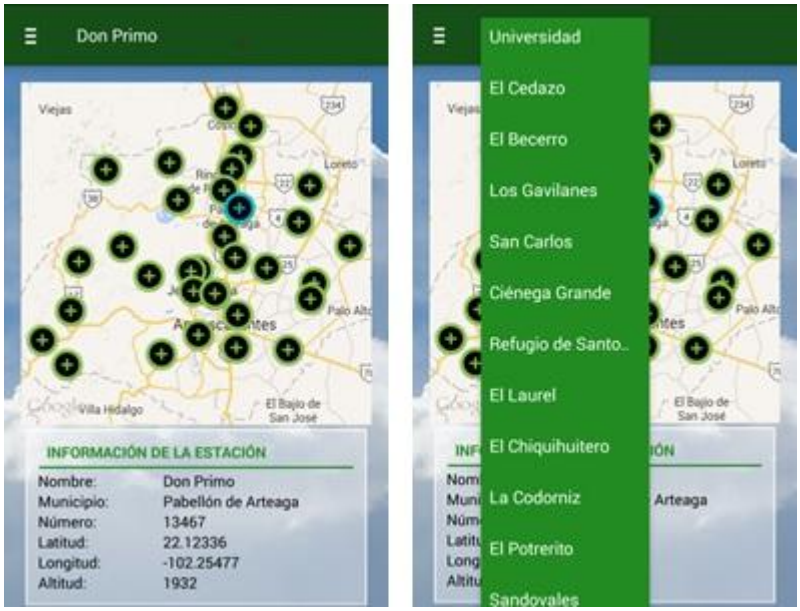


Figura 1. Izquierda. Selección estación meteorológica por medio de mapa. Derecha. A través de combo.

Diseño de Procesos

En esta segunda fase se identificó un proceso general llamado diseño (Figura 2) que es donde se incluyeron 3 subprocesos en su forma más detallada para describir todos los aspectos de la

aplicación desarrollada con BPM. El objetivo de esta etapa es mejorar la eficiencia a través de la sistematización de los procesos de negocio que se deben modelar, automatizar y optimizar de forma continua (Harmon, 2007). A lo largo del diseño se evaluó la calidad de los procesos de la aplicación móvil a través de un conjunto de revisiones técnicas, para garantizar que todos los procesos sean eficientes y funcionen correctamente.

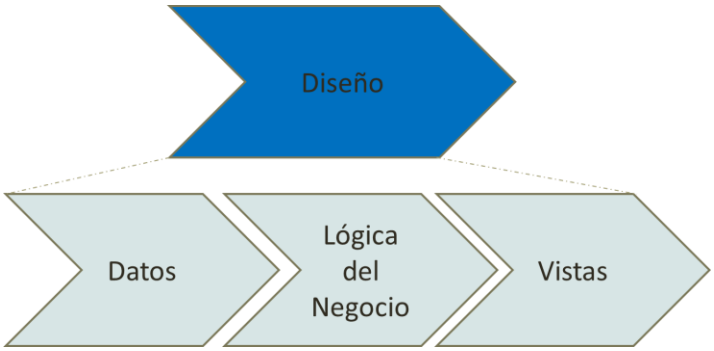


Figura 2. Modelado de procesos en su nivel general.

Desarrollo de la Aplicación Beta.

Esta fase tiene como propósito generar una aplicación eficiente a través de los procesos modelados en la fase de diseño. La codificación se realizó con el lenguaje Java y el conjunto de herramientas SDK (Software Development Kit) que incluyen: una biblioteca, un depurador de código y un simulador de teléfono basado en QEMU (Murphy, 2009). Las plataformas de desarrollo soportadas por el lenguaje de programación y el SDK incluyen Linux (cualquier distribución moderna), Mac OS X 10.4.9 y Windows XP, o posteriores. La plataforma integral de desarrollo (IDE, Integrated Development Environment) soportada oficialmente es Android Studio, aunque se puede utilizar el entorno Eclipse en conjunto con el complemento ADT (Android Development Tools plugin), o bien también puede utilizarse un editor de texto para escribir ficheros Java y Xml; y utilizar comandos en una terminal (se necesitan los paquetes JDK, Java Development Kit y Apache Ant) para crear y depurar aplicaciones. Las herramientas antes mencionadas facilitan trasladar los procesos modelados de manera eficiente y confiable.

Por otra parte la interacción entre las base de datos y el SO Android, se realiza con el protocolo de comunicación Visual Studio 2012; que brinda los datos a la aplicación a través de Internet.

En esta propuesta se presenta una metodología que se basa en la combinación de otras notaciones y métodos (BPM, UML, POO, etc.) y en la integración de técnicas de análisis de planificación de técnicas de descripción formal. Por lo tanto, la metodología presta especial

atención a la transición del modelo de objetos al modelo de tareas, teniendo en cuenta aspectos de tiempo real y de integración con los dispositivos físicos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

AppClima

Su desarrollo se basó la aplicación móvil ClimaInifap. Las estadísticas respecto al número de usuarios de la aplicación y versión del SO móvil utilizada en el diseño y desarrollo de esta herramienta, se obtuvieron a través de Google Analytics (Figuras 3 y 4).

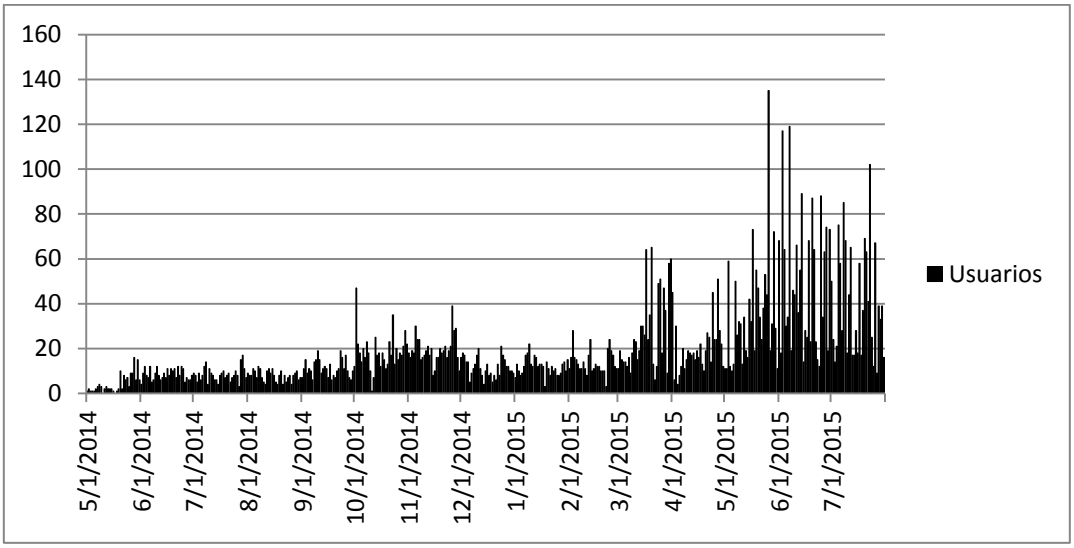


Figura 3. Cantidad de usuarios diarios de la aplicación durante el periodo mayo 2014 a julio 2015.

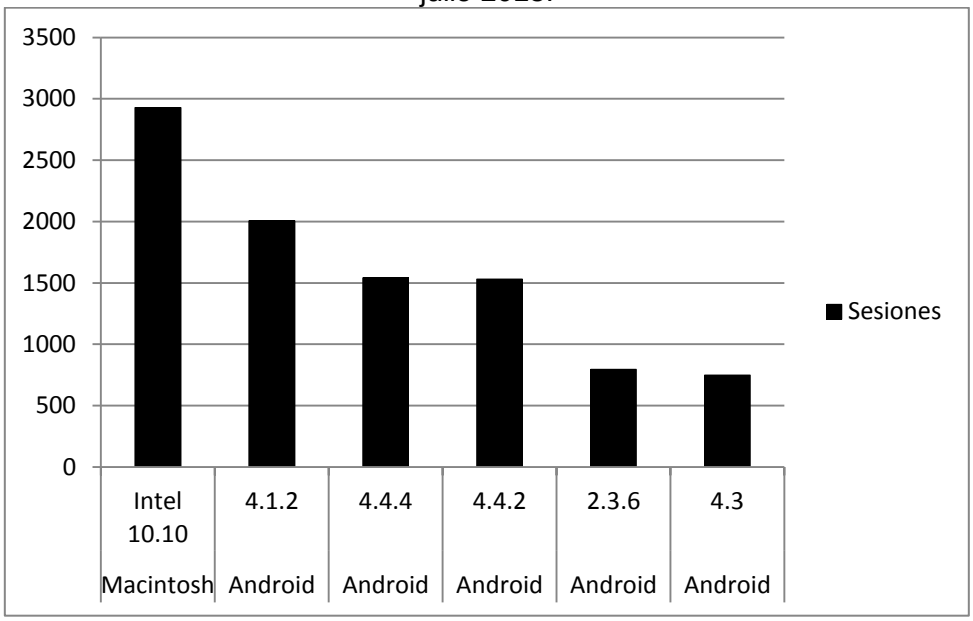


Figura 4. Cantidad de Sesiones por versión del Sistema Operativo durante el periodo mayo 2014 a julio 2015.

CONCLUSIONES

Difundir la información meteorológica del Estado de Aguascalientes provista por la RNEAA administrada por el INIFAP, a través de dispositivos móviles con SO Android versión 4.0 ó superior para la visualización de las diferentes variables meteorológicas es una herramienta de apoyo para en el sector agrícola.

La AppClima es implementada utilizando las tecnologías más recientes que facilitan su manejo, haciéndolo adecuado y amigable para el usuario, en el acceso a la información meteorológica y pronósticos para la región.

Los datos mostraron que diseñar y desarrollar una versión 4.0 o superior de la AppClima, es una buena manera de ofrecer herramientas mejores y personalizadas al usuario.

BIBLIOGRAFÍA

Adkins, Sam. 2008. The US Market for Mobile Learning Products and Services: 2008-2013 Forecast and Analysis. Ambient Insight Research Report.

Cartman J. and R. Ting. 2009. Strategic Mobile Design: creating engaging experiences. New Riders, Peachpit a division of Pearson Education. Berkeley, California, USA. 162 p.

COFETEL. 2013. Sistema de información estadística de mercados de telecomunicaciones (SIEMT). Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFETEL).

Harmon P. A. 2007. A Guide for Business Managers and BPM and Six Sigma Professionals. Second Edition. USA: Elseivier. 592 p.

Morgan Stanley, 2011. Tablet Demandand Disruption. <http://www.morganstanley.com/views/perspectives/tablets_demand.pdf>

Murphy, Mark 2009. Beginning Android (1ª edición). Apress. ISBN 1430224193.

ETNOECOLOGÍA DEL FALSO PEYOTE (*Ariocarpus fissuratus)* EN LA RESERVA ECOLÓGICA MUNICIPAL SIERRA Y CAÑÓN DE JIMULCO[a]

Celso Manuel Valencia Castro, Edgar Gutiérrez*, Valeria Rodríguez, Fernando Hernández, Norma De La Fuente

[a] Proyecto financiado por el Programa de Desarrollo del Profesorado (PRODEP-SEP)
Universidad Autónoma de Coahuila, Escuela de Ciencias Biológicas
Carretera Torreón Matamoros, km 7.5 C.P. 27104, Torreón, Coahuila, México
valenc@prodigy.net.mx

INTRODUCCIÓN

Ariocarpus fissuratus (Engelmann) K Shumann1894, mejor conocido como “peyotillo” “falso peyote”, “chautle”, o ”sunami” es una planta que se encuentran al nivel del suelo o bien que sobresale escasamente de la superficie, es de color verde grisáceo o verde pardusco, y tiene una forma subglobosa de hasta de 20 cm de diámetro. Los tubérculos son triangulares con el ápice ligeramente redondo y presenta una lanosidad al centro de la planta. Florece sincrónicamente durante tres semanas en el otoño. Sus flores son de color rosa fuerte y nacen en el centro de la planta, las cuales permancen de 2 a 3 días. No tienen las espinas características de otras especies de cactáceas; sin embrago por su aspecto en campo éstos cactus son difíciles de detectar en su hábitat natural (Anderson, 2001).

Existen registros de *A. fissuratus* en los estados de Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas y Durango; y aunque las poblaciones son densas, tienen una distribución restringida de modo que puede considerarse como especie rara (Anderson, 2001).

Se conoce que es usado como narcótico, para remediar fiebres y dolores reumáticos. Sin embargo, es importante resaltar que esta especie no contiene mezcalina como el verdadero peyote (*Lophophora williamsii*) y sus propiedades curativas no han sido confirmadas (Anderson, 2001). Otros autores como Batis y Rojas (2002) señalan que además del peyote (el más famoso de los cactos alucinógenos), otros cactos pueden tener propiedades farmacológicas y/o psicoactivas. Entre ellos destaca el cacto Doñana, de México, el cacto San Pedro, de los Andes y alrededor de 15 especies usadas por los indigenas de México y llamados como falsos peyotes no precisamente por sus propiedades alucinógenas, sino más bien por su efectividad como agentes medicinales.

Dado su lento crecimiento, lo extraño de su forma y la belleza de su flor, el falso peyote es muy apreciado por los coleccionistas de todo el mundo. Lo que lo enlista en el apéndice I de la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2014) y en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de especies en peligro de extinción.

En la Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco (REMSCJ), *A. fissuratus* se encuentra en manchones muy localizados. Sin embargo existen evidencias locales de su saqueo y colecta ilegal. Por esta razón es importante conocer el estado actual de las poblaciones locales del falso peyote, el uso que le dan actualmente los pobladores de la reserva, pero sobre todo, la idea, conocimiento y prácticas de aprovechamiento que tienen estos últimos sobre sus recursos naturales. Por lo anterior, se llevó a cabo esta investigación con el objetivo general de estudiar la interacción de las comunidades ejidales de la REMSCJ con las poblaciones de A. fissuratus, principalmente a través del uso que hacen de la planta, y/o por el aprovechamiento que hacen de otras especies de plantas asociadas al falso peyote, actividades que ejercen algún tipo de presión sobre los valores de importancia de la población de la especie. Los objetivos específicos fueron los siguientes:

1. Explorar las creencias, conocimientos y prácticas de aprovechamiento de los pobladores de las comunidades de la reserva, relacionadas con el falso peyote.
2. Medir la densidad y dominancia actual del falso peyote, en los sitios en los que se tiene el antecedente de su existencia, tomando como referencia los datos provenientes del monitoreo que llevan a cabo los encargados de la reserva.

MATERIALES Y MÉTODOS

La duración del presente estudio fue de 7 meses, y forma parte de un proyecto que finalizará en diciembre de 2015.

Área de Estudio

El estudio se llevará acabo en la Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco, la cual se encuentra en la región sureste del municipio de Torreón Coahuila y comprende aproximadamente el 44% de la superficie total de dicho municipio, esto es, 60 458.26 hectáreas. El 99.58% de la zona corresponde a la Provincia Ecológica de las Sierras Transversales con altitudes que van desde los 750 msnm hasta los 3120 msnm. Los tipos de climas predominantes son el clima seco o estepario y el muy seco o desértico.

En el área se presenta un periodo de formación que data de las eras geológicas Cuaternaria y Cretácica inferior, estando conformada en su gran mayoría por rocas sedimentarias y suelos de origen aluvial.

Se presentan suelos someros llamados Litosoles, principalmente en las sierras y Xerosol Cálcico en llanuras y bajadas. Los ecosistemas que se encuentran en la zona son el matorral

xerófilo, dentro del cual se encuentra el falso peyote, el bosque de galería, matorral submontano y bosque de pino y encino (Valencia y Martínez, 2002). Otras especies prioritarias que se encuentran en el matorral son: la biznaga palmilla de San Pedro (*Leuchtenbergia principis*) y la reina de la noche (*Peniocereus greggii*), la primera en peligro de extinción y la segunda sujeta a protección especial.

Metodología estudios de Campo

Talleres de trabajo con personas clave. Las personas clave en este estudio son aquellas que tienen un amplio conocimiento de su entorno y que además pertenecen a alguna de las organizaciones que coadyuvan con los técnicos de la reserva. Estos últimos, también se consideran personas clave. Se trabajó con el enfoque de pequeños grupos (Careaga, *et al*., 2006) y con el enfoque sistémico de Crowell y Reid- Marr (2013). Todas las preguntas y estímulos de trabajo se elaboraron de tal manera que se pudiera obtener la información buscada. Se realizaron tres talleres, uno en el ejido Barrial de Guadalupe, el segundo en el ejido La Trinidad y el tercero en Jimulco. Previamente se llevó a cabo un sondeo para identificar a las personas clave que fueron invitadas a los talleres. Además se realizaron entrevistas a dos personas reconocidas por su amplio conocimiento de la zona. Los talleres fueron grabados y filmados.

Muestreos de vegetación. Debido a las dificultades que se presentan en la búsqueda de plantas *A. fissuratus*, aun con la ubicación geográfica en mano, se optó por el uso de cuadrantes circulares tomando como centro la primera planta encontrada, a partir de aquí se contaron y midieron los diámetros de cada planta, iniciando con un metro de radio, luego de dos y así hasta los siete metros de radio. Luego se repitió cuatro veces en áreas circunvecinas. Este muestreo inició en Marzo y finalizó en Julio de 2015. En este periodo se tomaron dos plantas adultas, previo permiso de colecta científica de la Dirección General de Vida Silvestre, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental de la SEMARNAT, según consta en el Oficio Núm. SGPA/DGVS 02824/15, para continuar los trabajos en laboratorio.

Análisis de datos de campo. Se utilizó estadística descriptiva para analizar los datos generados en los estudios de vegetación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Interacción de los pobladores de la REMSCJ con el falso peyote

El alto grado de conservación de los ecosistemas naturales de la REMSCJ, constituye una de las expresiones más claras y holísticas de la actitud y pensamiento de los pobladores de

jimulco, frente al aprovechamiento de los recursos naturales. No obstante, “también representa un ejemplo de la forma en que los pueblos del desierto han abordado el uso y manejo de sus recursos naturales, con procesos de mediana tecnificación en las áreas agrícolas, aprovechamientos desde erráticos hasta erosivos de recursos forestales, una exigua actividad minera y asentamientos humanos de poblaciones medias a unas cuantas viviendas de clanes familiares. Se suma a lo anterior, una cultura local con casi 300 años de arraigo, fuertemente influenciada por elementos de la urbe lagunera, pero con elementos propios que merecen ser rescatados y custodiados” (Briones, 2003).

Respecto a *A. fissuratus*, su permanente y sostenido uso como una importante planta medicinal, se enraiza por un lado en la riquisima mitología del peyote (*Lophofora williamsii*), que se desarrolló en la cosmovisión Huichola, Yaqui, Tarahumara, y probablemente también en la cosmogonía de los Irritilas, los cuales según Valdés (1973), estuvieron asentados en un sitio llamado Ximulcux (Sierra de Jimulco). No obstante, no existe un registro actual del peyote dentro de la reserva, por el contrario, existen dos especies de Ariocarpus que indistintamente son llamados por los lugareños como peyote, y reconocen en ellas no sólo el poder curativo de los dolores y las fiebres, también se cree en su poder estimulante y psicoactivo.

Por otro lado, la otra parte que soporta el aprovechamiento ancestral del falso peyote, es sin duda la existencia de un tabú o quizás varios tabúes culturales, que impide (n) que la cosecha o extracción de plantas sea probablemente inferior a la tasa de crecimiento de la población de falso peyote.

Sin embargo, la “gente de fuera”, no posee ni la actitud de respeto ni la de limitarse en la extracción de plantas, lo cual empieza a aclarar la idea del saqueo para fines de comercialización fuera de la REMSCJ.

Existe un elevado conocimiento tanto en hombres como en mujeres, acerca de los lugares o hábitats dónde se encuentra el falso peyote: sin complicaciones y a su manera, indican o se refieren a posiciones topográficas para señalar donde se encuentra la planta, a veces incluso por el nombre del lugar; de la misma forma la cantidad de plantas la describen a través de los términos “mucha” o “poca”.

Cuando necesitan planta de falso peyote, la extracción es total o completa, esto es, no queda alguna parte de la planta que pudiera dar lugar a algún tipo de recuperación. El uso generalizado es para curar los dolores de la artritis y las fiebres, lo cortan en trozos y lo ponen en alcohol, el cual se frota en la parte del cuerpo lastimada.

Estado actual de las poblaciones de falso peyote

Hábitat y Ecología. Las plantas de Ariocarpus se encuentraron en la parte media de la bajada a una altitud aproximada de 1250 msnm, en donde predomina el matorral rosetófilo con especies como la lechuguilla (*Agave lechuguilla*) y la palma (*Yucca spp*.). Los suelos son ricos en grava y pueden ser profundos o superficiales, con presencia de pedregosidad.

Monitoreo previo *de A. fissuratus*. Los técnicos encargados de la gestión del REMSCJ, llevaron a cabo dos monitoreos de *A. fissuratus*, el primero en 2006 y el segundo en 2012. En 2006, en uno de los sitios se obtuvo una cuantificación total de 19 ejemplares en buenas condiciones, con diámetro promedio de 9.5 cm y un rango de 6 hasta los 13.5 centímetros. Este manchón de falsos peyotes se encontró en un área aproximada de media hectárea. En otro muestreo dentro del mismo sitio, se observó la presencia de 39 falsos peyotes, con un diámetro promedio de de 9.5 cm oscilando entre los 5 y 13 centímetros. La superficie estimada en donde se observaron estos ejemplares fue de 3 hectáreas (Castañeda, 2006)

En el monitoreo llevado a cabo en 2012 (Salazar, 2012), se presentan datos preocupantes respecto a la conservación del falso peyote: "de acuerdo al estudio previo del 2006, de las 33 coordenadas reportadas para la ubicación de falso peyote, en 18 coordenadas los individuos estaban muertos y/o saqueados, y en otras 8 coordenadas no se encontró ningún ejemplar, por lo que se atribuyen las mismas causas de desecación y saqueo. El resto (7 coordenadas) se agregan a este nuevo reporte por la aún presencia de falso peyote."

En el primer sitio muestreado, que corrsponde al mismo del monitoreo de 2006, se contó un total de 28 ejemplares, los cuales tenían un diámetro promedio de 8.13 cm con un rango de los 4.5 hasta los 17.15 cm. El área aproximada de localización de falsos peyotes fue de 479.500 m^2.

En el segundo muestreo del mismo sitio, se obtuvo un registro de 18 ejemplares de falso peyote, con un diámetro promedio de 9.69 cm, y un rango de 7.5 a 12 cm, en un área aproximada de 4891 m^2.

En un segundo sitio se registró un total de 28 ejemplares, alcanzando un diámetro medio de 9.06 cm, y un rango de 5 a 13.5 cm, encontrados en un área aproximada de 4266 m^2. Muy cerca de este sitio, se realizó un segundo muestreo en el que se contó un total de 47 ejemplares con un diámetro medio de 10.42 cm, oscilando entre los 6.5 y 14.75 cm. La superficie estimada en donde se observaron estos ejemplares fue 6.811 hectáreas.

En un tercer muestreo se lograron cuantificar 37 ejemplares, con un diámetro promedio de 8.59 cm. Y un rango de de 4.25 a14 cm, en una superficie aproximada de 699 m^2.

Ambos autores aseveran lo siguiente: se observaron huecos en el suelo con vestigios de las costillas de ejemplares de *A. fissuratus*. Estos rastros muestran la continua extracción de plantas de falso peyote en las lomas visitadas.

Situación actual. Los relevamientos llevados a cabo durante el primer semestre de 2015, incluyeron los mismos sitios muetreados en 2012, los cuales se encuentran dispersos a lo largo de la Sierra de Jimulco, desde Juan Eugenio hasta La Flor.En el primer sitio de muestreo se encontró un total de 60 plantas en una superficie aproximada de 923.64 m^2, de los cuales, 46 se encontraban en buenas condiciones y 14 estaban muertos. El diámetro mínimo de la planta fue de 3 cm y el máximo de 13.5 cm.

Cuadro 1. Densidad de *A. fissuratus* por parcela y por superficie de muestreo (m^2)

Parcela	3.14	12.57	28.27	50.27	78.54	113.1	153.94
1	1	0	0	0	0	3	1
2	1	0	0	1	0	0	1
3	1	1	0	1	0	3	0
4	2	0	0	1	0	14	4
5	1	2	0	0	0	1	8
6	3	2	0	4	0	0	4
media	1.5	0.83	0	1.16	0	3.5	3
S	0.83	0.98	0	1.47	0	5.31	2.96

En el Cuadro 1 se puede apreciar la cantidad de plantas encontradas por parcela, en cada superficie de muestreo, el valor de la densidad promedio varió entre 0.0 y 3.5 plantas con una desviación estándar de 5.3 plantas.

En el segundo sitio de muestreo se contaron 60 plantas en una superficie total de 765 m^2 , de las cuales 43 estaban en buenas condiciones y 17 se encontraban muertas. El diámetro promedio de las plantas fue de 9.8 cm. En el Cuadro 2 se presenta la densidad encontrada por parcela y por área de muestreo. El valor medio de la densidad de falso peyote por superficie de muestreo y por parcela osciló entre 1.86 plantas en el área más pequeña y 3.40 plantas en la superficie de 153.94 m^2 .

Cuadro 2. Densidad de *A. fissuratus* por parcela y por superficie de muestreo (m^2), segundo sitio de muestreo.

Parcela	3.14	12.57	50.27	113.10	153.94
1	1.00	0.00	0.00	3.00	2.00
2	1.00	2.00	5.00	3.00	11.00
3	1.00	2.00	1.00	1.00	0.00
4	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00
5	4.00	0.00	3.00	8.00	2.00
Media	1.60	1.20	2.00	3.40	3.40
S	1.34	1.10	2.00	2.70	4.34

En el tercer sitio de muestreo, se contaron un total de 26 plantas, en una superficie de 50.27 m^2 de las cuales 18 se encontraban en una buena condición y 8 estaban muertas. El diámetro promedio de estas fue de 11.5 cm, con un valor mínimo de 3 cm y uno máximo de 20.

CONCLUSIONES

En esta primera etapa de trabajo, se puede concluir lo siguiente:

-Los pobladores de la REMSCJ, poseen una cosmovisión basada en mitos y tabúes que coadyuvan en la conservación de *Ariocarpus fissuratus*.

-Asimismo, tienen un amplio conocimiento de sus recursos naturales, en particular del hábitat del falso peyote y de su aprovechamiento racional.

-Los datos obtenidos para caracterizar el estado actual de conservación, aun no son suficientes para emitir un juicio, no obstante, las bajas densidades encontradas y el elevado número de plantas dañadas, invitan a una mayor profundidad en su estudio.

BIBLIOGRAFIA

Anderson, E. 2001. The cactus family. Timber press. Portland. Oregon. 766p.

Batis A. y M Rojas.2002. El peyote y otros cactos alucinógenos de México. Biodiversitas 40:12-17.

Briones Navarro, M. 2003. Presentación del Plan de Manejo de la Reserva Ecológica Municipal, Sierra y Cañón de Jimulco. Cabildo de Torreón.

Campbell, Mary K., Shawn O. Farrel. 2005. Biochemistry (4º Ed.). Singapore. Thomson. Asia Pte Ltd.

Careaga, Adriana, Rosario Sica, Angela Cirillo, Silvia Da Luz, 2006. Aportes para diseñar e implementar un taller. *8vo. Seminario-Taller en Desarrollo Profesional Médico Continuo (DPMC) 2das Jornadas de Experiencias educativas en DPMC.*

Castañeda Gamaliel. 2006. evaluacion de la población del falso peyote (*Ariocarpus fissuratus*) en las lomas del burro en la Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañon de Jimulco. Fundación Jimulco A.C.

CITES. 2013. Portal Convención sobre el comercio de especies amenazadas de fauna y flora silvestre. www.Cites.org/esp.

Crowell Sam y D. Reid-Marr. 2014. Emergent Teaching. A path of creativity, significance, and transformation. ROWMAN& LITTLEFIELD EDUCATION. 147P.

Salazar, L. S. 2012. Monitoreo de especies vulnerables y prioritarias para la Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco Falso Peyote (*Ariocarpus fissuratus*).

Valdés, J. S. 1973. Matamoros, Ciudad Lagunera. Editora y Distribuidora Nacional de Publicaciones. México.

Valencia C., C. M. y J. J. Martinez R. 2002. Estudio técnico justificativo para declarar área natural proteguida la Sierra y Cañón de Jimulco. Informe para el Cabildo de Torreón.

CARACTERIZACIÓN DE BIOSÓLIDOS PROVENIENTES DE PLANTAS TRATADORAS DE LA COMARCA LAGUNERA PARA USO AGRÍCOLA

Sandra Patricia Maciel-Torres,[1] María del Rosario Jacobo-Salcedo[2], Aurelio Pedroza-Sandoval[1], Ricardo Trejo- Calzada[1], Uriel Figueroa-Viramontes[3].

[1]URUZA-Chapingo. Unidad Regional de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Durango. C.P. 35230.[2] INIFAP. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria Relación Agua-Suelo-Planta-Atmosfera. Margen Derecha Canal de Sacramento, Gómez Palacio, Durango. C. P. 35140. [3]INIFAP Centro de Investigación Regional Norte Centro. Matamoros Coahuila, Blvd. José Santos Valdéz No. 1200, Centro. CP. 27440. e-mail:maciel_sandy@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Durante el tratamiento de aguas residuales se genera un material semisólido (USEPA, 1999), conocido como lodo residual considerado biológicamente inestable (Gamrasni, 1985). Después de un proceso de estabilización físico, químico o biológico se denominan biosólidos (González *et al*., 2009). Dependiendo de su origen hay dos tipos de biosólidos, los provenientes de lagunas de estabilización y los procedentes de lodos activados (Lu, *et al*., 2012) Existen diversas alternativas para la disposición final de los mismos, desde apilarlos sobre el terreno, depositarlos en rellenos sanitarios, incinerarlos, hasta utilizarlos provechosamente en la producción agrícola (Figueroa *et al.,* 2010).La aplicación de biosólidos a suelos agrícolas proporcionan una fuente importante de nutrientes para los cultivos (Azevedo *et al*., 2003), debido a su contenido de materia orgánica, macronutrientes como nitrógeno (N), fosforo (P) y potasio (K) así como algunos micronutrientes cobre (Cu), zinc (Zn), hierro (Fe) y manganeso (Mn) (González-Flores *et al.,* 2011; Figueroa *et al,* 2010).Por otra parte el contenido y la disponibilidad de metales pesados es uno de los principales factores que pueden restringir el empleo de biosólidos como enmiendas de suelos (O'Connor*et al*. 2005); adicionalmente al alto contenido de microorganismos patógenos (coliformes fecales y huevos de helmintos).El objetivo de este estudio fue caracterizar químicamente los biosólidos provenientes de los sistemas de lodos activados y lagunas de estabilización de la región lagunera para su uso agrícola.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en el laboratorio INIFAP CENID-RASPA, así como en el laboratorio de INIFAP-CIRNOC. Las muestras de biosólidos se colectaron de las plantas tratadoras región Norte (25°38'22.99" latitud Norte y 103°28'38.19" longitud Oeste) y región Oriente (25°36'45.78" latitud Norte y 103°26'7.81" longitud Oeste) de la Ciudad de Gómez Palacio, Durango como lo indica la NOM-004-SEMARNAT-2002.Los análisis químicos se realizaron por triplicado, de acuerdo a la NOM-004-SEMARNAT-2002 y *Recommended*

methods of manure analysis (A3769). La determinación de pH se realizó se realizó por el método del potenciómetro, conductividad eléctrica mediante un conductivímetro, el contenido de materia orgánica (MO) se determinó por el método de ignición, el fósforo total se analizó por el método de Molibdato-vanadato. El nitrógeno total se determinó por el método de Kjeldahl. La determinación de nitratos y amonio se realizó por arrastre de vaporen presencia de óxido de magnesio y aleación de Devarda. Tanto los macroelementos, microlementos y metales pesados se analizaron por Espectrofotometría de Absorción atómica. Para los análisis estadísticos y por la anormalidad de los datos (Shapiro-Wilk, $P<0.05$) se realizó su transformación logarítmica, fórmula adecuada para datos continuos (Zar, 1999). Se realizó una prueba t de student para evaluar significancia entre los sitios de muestreo evaluados, la cual se llevó a cabo en el paquete estadístico SPSS versión 22.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los biosólidos evaluados presentaron un pH ligeramente alcalino, teniendo una media de 7.56 en los BPN y 7.53 en los BPO los cuales no presentaron diferencia significativa ($t=0.63$, $gl=4$, $P=0.560$).Los BPO presentaron mayor MO con una media de 56.83% mientras que en los BPN una media de 38.01%, esta diferencia fue significativa ($t=-59.72$, $gl=4$, $P=<0.001$); esta característica resulta benéfica ya que favorece su unión a las arcillas del suelo formando agregados que le dan estabilidad y aumenta la retención de agua así como de nutrientes en donde suelos arenosos se ven mayormente favorecidos(Figueroa-Viramontes *et al.,*2010*;*Julca-Otiniano *et al.,* 2006).En estudios anteriores se determinaron valores del32.6% en sólidos deshidratados de lagunas de estabilización(Jurado-Guerra *et al.,* 2004) lo cual permite visualizar que la proporción de MO depende del tipo de tratamiento de agua del cual provengan dichos biosólidos.

Posterior al contenido de C, H y O, principales constituyentes de la materia orgánica, el N es el elemento más abundante en los biosólidos (Figueroa-Viramontes *et al.,* 2008). Éste es considerado el nutrimento más importante para el crecimiento vegetal porque forma parte estructural de aminoácidos y proteínas. La incorporación de biosólidos al suelo mejora la calidad del suelo por la incorporación de la MO, además de que proporciona una concentración de N importante como lo podemos observar en los BPN con una media de 1.23% y en los BPO de 2.24%, los cuales mostraron diferencia estadística significativa ($t=-22.78$, $gl=4$, $P<0.001$) (Figura 1). Lo cual coincide con lo reportado por Torres *et al.,*(2009)y Del Pino *et al.,*(2012) con 2.25% y 2.1 % de N respectivamente.

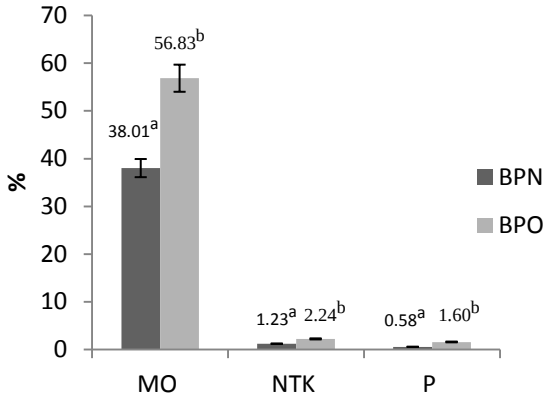


Figura. 1. Porcentaje de Materia Orgánica (MO), Nitrógeno TotalKjeldahl (NTK) y Fósforo (P)de los biosólidos panta norte (BPN) y planta oriente (PBO). Las letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0.05$). Las barras indican la desviación estándar de tres réplicas.

El P es un componente primario de los sistemas responsables de la captación, almacenamiento y transferencia de energía en las plantas, además es componente básico en las estructuras de macromoléculas de interés crucial, tales como ácidos nucleídos y fosfolípidos (Fernández, 2007). Se observó diferencia significativa (t=-33.68 gl=4, P<0.001) en la cantidad de P entre los dos tipos de biosólidos, siendo los BPO los que tienen mayor cantidad con una media de 1.60% mientras que los BPN poseen 0.58%. Grajales *et al., (*2006) reportaron 0.60 % de P total en los biosólidos evaluados, resultado similar al de los BPN, por otra parte Jurado-Guerra *et al.,*(2004) determinaron 1.96 % datos símiles a los mostrados en los BPO.

El K es un catión esencial en las plantas ya que participa en el establecimiento de la presión de turgencia y mantiene la electroneutralidad celular es por ello la importancia de la evaluación de dicho elemento (Taiz y Zeiger, 2006).Los biosólidos analizados generan un aporte medio de 46.08 mg L^{-1} y de 48.34 mg L^{-1}en la planta norte y oriente respectivamente, los cuales no presentaron diferencia significativa (t=-0.52, gl=4, P =0.627). Robledo- Santoyo *et al.,*(2010) reportaron 6.5 mg L^{-1} mientras que Grajales *et al.,*(2006) obtuvieron 43mg L^{-1} lo cual muestra la variabilidad de dicho elemento de acuerdo al tipo de tratamiento así como la naturaleza del agua residual que se trató.

Los macronutrientes (Na, Ca, y Mg) mostraron una diferencia estadística significativa (P<0.001); la concentración de Na fue mayor en los BPO con una media de 45.84, y en el caso de Ca y Mg se presentaron en mayor concentración en los BPN con una media de 518 y 51.11 mg L-1 respectivamente (Figura 2). Figueroa *et al.,*(2008) obtuvieron 21.9 mg L^{-1} de Ca y 40.80 mg L^{-1} de Na, Jurado-Guerra *et al.,*(2012) cuantificaron 3412.00 mg L^{-1} de Ca y Mata *et al.,*(2006)

determinaron 7.7 g kg^{-1} de Mg. Dichos reportes muestran datos muy similares a los obtenidos en esta investigación.

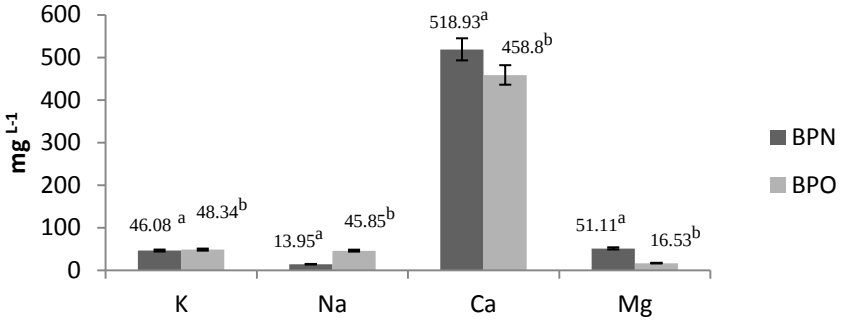


Figura. 2. Concentración (mg L^{-1}) de los macronutrientes presentes en biosólidos planta norte (BPN) y planta oriente (PBO). Las letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0.05$). Las barras indican la desviación estándar de tres réplicas.

El cobre, hierro, manganeso y zinc son metales esenciales en el metabolismo vegetal, ya que son activadores de enzimas (TaizyZeiger, 2006). Existe diferencia significativa en la concentración de estos micronutrimentos en los dos biosólidos estudiados ($P < 0.05$). El Cu, Fe y Mn se presentan en mayor concentración en los BPN con una media de 184.43 mg kg^{-1}, 4269.5 mg kg^{-1} y 283.93 mg kg^{-1} a diferencia del Zn elemento que es mayor en los BPO con una media de 955.70 mg kg^{-1} (Figura 3).Se tienen reportes de niveles de Cu desde 171 mg kg^{-1} hasta de 266 mg kg^{-1}(Athamenh*et al.,* 2015; Flores *et al.,* 2014), de Zn de 899 mg kg^{-1} y 855 kg^{-1} (Flores *et al.,* 2014; Grajales *et al.,* 2006), de Mn de193 mg kg^{-1}(Athamenh *et al.,* 2015 y de Fe de 8564 mg kg^{-1}(Jurado *et al.,* 2007). Dichos datos coinciden con los obtenidos en esta investigación con la diferencia solo en la concentración de Fe en donde se determinó el 50% de lo reportado con anterioridad.

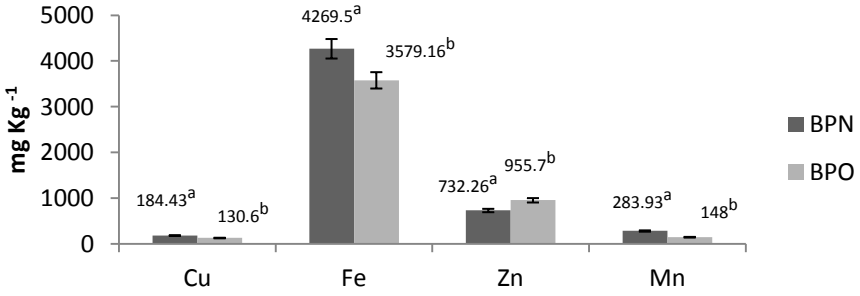


Figura. 3. Concentración (mg kg^{-1}) de los micronutrientes en biosólidos panta norte (BPN) y planta oriente (PBO). Las letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0.05$). Las barras indican la desviación estándar de tres réplicas.

Por otra parte, el Pb y Cd son metales pesados considerados nocivos para las plantas; sin embargo, en los biosólidos evaluados están por debajo de los límites permisibles que establece la NOM 004 SEMARNAT 2002, lo cual permite su incorporación a suelos agrícolas. Los metales presentaron diferencia significativa entre ellos siendo mayor la concentración de Pb en los BPN con una media de134.6mg kg^{-1},por el contrario en el caso del Cd los niveles más elevados se presentaron en los BPO con una media de 9.23 mg $kg^{-1.}$. Jurado-Guerra *et al.* (2004) cuantificaron 245 mg kg^{-1} de Pb y 9 mg kg^{-1} de Cd, con lo que es posible observar una ligera diferencia en los niveles de plomo.

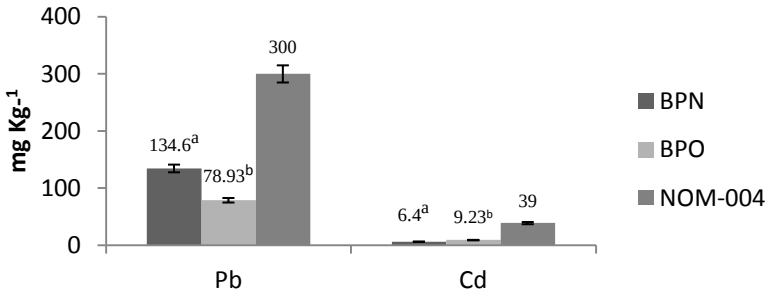


Figura. 3. Concentración (mg kg^{-1}) de metales pesados en biosólidos panta norte (BPN) y planta oriente (PBO). Las letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0.05$). Las barras indican la desviación estándar de tres réplicas.

CONCLUSIONES

Por la carga orgánica nutrimental y el bajo contenido de metales pesados, los biosólidos pueden ser usados en la agricultura regional. Se identifica una diferencia significativa en la mayoría de los contenidos de macro y micronutrientes, dependiendo de la planta tratadora de donde fueron extraídos.

BIBLIOGRAFIA

Athamenh, B. M., Salem, N. M., El-Zuraiqi, S. M., Suleiman, W., &Rusan, M. J. (2015). Combined land application of treated wastewater and biosolids enhances crop production and soil fertility. *Desalination and Water Treatment*,*53*(12), 3283-3294.

Azevedo M.L., Ferracciú L.R. y Guimaraes L.R. (2003) Biosolids and heavy metals in soils. *Sci. Agric*. 60, 793-806

Del Pino, A., Casanova, O., Barbazán, M., Mancassola, V., Rodríguez, J., Arló, L.,Passeggi, M. (2012). Caracterización y evaluación de biosólidos producidos por digestión anaerobia de residuos agroindustriales. *Ciencia del suelo*, *30*(2), 151-160.

Figueroa-Viramontes, U .,Flores-Ortiz, M. A.,Palomo-Rodríguez,M., Corral-Díaz, B., y Flores-Margez J. P**. (2010)**Uso de biosólidos estabilizados con cal como fertilizante orgánico en algodonero para el Valle de Juárez, Chih.*Ciencia en la frontera: revista de ciencia y tecnologíaUACJ.* 3(2), 39-47.

Figueroa-Viramontes, U .,Flores-Ortiz, M. A.,Palomo-Rodríguez,M., Corral-Díaz, B., y. Flores-Margez J. P**. (2010)**Uso de biosólidos estabilizados por digestión anaerobica como fertilizante orgánico en algodonero. *Agro-FAZ* 8(1), 1-10.

Gamrasni, M. (1985). Aprovechamiento agrícola de aguas negras urbanas. Editorial Limusa. México.

González F. E., Tornero C. M. A., Ángeles C. Y., Bonilla Y F. N. (2009). Concentración total y especiación de metales pesados en biosólidos de origen urbano. *Revista internacional de contaminación ambiental*, *25*(1),

González- Flores, E., Tornero-Campante, M. A., Sandoval-Castro, E., Pérez-Magana, A., & Gordillo-Martínez, A. J. (2011). Biodisponibilidad y fraccionamiento de metales pesados en suelos agrícolas enmendados con biosólidos de origen municipal. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 27(4), 290-301.

Grajales, S. J., Monsalve, J. A., & Castaño, J. M. (2006). Programa de Manejo Integral de los lodos generados en la planta de tratamiento de aguas residuales de la Universidad Tecnológica de Pereira. *Scientia et Technica*,*2*(31).

Julca-Otiniano, A., Meneses-Florián, L., Blas-Sevillano, R., & Bello-Amez, S. (2006). La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. *Idesia (Arica)*, *24*(1), 49-61.

Jurado-Guerra, P., Domínguez-Caraveo, H., Melgoza-Castillo, A., & Morales-Nieto, Y. (2012). Emergencia y crecimiento del zacate banderilla [Boutelouacurtipendula (Michx.) Torr.] con biosólidos en condiciones de sequía.*Tecnociencia Chihuahua* 5(1), 57-69

Jurado-Guerra, P.., Luna, M. L., & Hernández, R. B. (2004). Aprovechamiento de biosólidos como abonos orgánicos en pastizales áridos y semiáridos. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, *42*(3), 379-395.

Lu, Q., He, Z. L., &Stoffella, P. J. (2012). Land Application of Biosolids in the USA: A Review. *Applied and EnvironmentalSoilScience 2012*.

Mata-González, R., Sosebee, R. E., &Wan, C. (2006). Effect of types of biosolids and cattle manure on desert grass growth. *Rangeland Ecology & Management*, *59*(6), 664-667.

O'Connor G. A., Elliot H. A., Basta N. T., Bastian R. K., Pierzynski, G. M., Sims, R. C. y Smith Jr., J. E. (2005). Sustainablelandapplication: Anoverview. J. Environ. Qual. 34, 7-17.

SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales).2002. Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT queestablece la protección ambiental, lodos y biosólidos,especificaciones y límites máximos permisibles decontaminantes para su aprovechamiento. México, D. F.

Robledo-Santoyo., Espinosa Hernández, V., Maldonado Torres, R., Rubiños Panta, J. E., Hernández Acosta, E., Ojeda Trejo, E., & Corlay Chee, L. (2010). Sales solubles y metales pesados en suelos tratados con biosólidos. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, *16*(2), 241-251.

SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales).2000. Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000.Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos.Estudios, muestreos y Análisis. México, D. F.

Taiz, L., & Zeiger, E. (2006). *Fisiologia vegetal* (Vol. 10). Universitat Jaume I.

Torres Lozada, P., Madera, C. A., & Silva Leal, J. A. (2009). Eliminación de patógenos en biosólidos por estabilización alcalina. *ActaAgronómica*, *58*(3), 197-205.

USEPA (United States Environmental Protection Agency). 1999. Biosolids generation, use, and disposal in the United States. Office of Solid Waste. EPA-530-R-99-009. Washington, DC,USA.

Zar J. H. 1999, Bioestatistical análisis. 4 edición. Prentice Hall. 663 p.

USO DE ESTACIONES AGRO-CLIMÁTICAS Y EL RIEGO EN NOGAL PECANERO.

Guillermo González Cervantes, Jesús Arcadio Muñoz Villalobos, Miguel González Rivera, María del Carmen Potisek Talavera.

Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera, INIFAP. Gómez Palacio, Durango. México.

INTRODUCCIÓN

Las estaciones agroclimáticas son un instrumento para monitorear en periodos cortos el microclima atmosférico y edáfico que impera alrededor de las plantas y, posteriormente, almacenar la información en tiempos predefinidos en una base de datos propia de cada estación. La información de las diferentes variables atmosféricas medidas mediante las estaciones agroclimáticas puede ser integradas a ecuaciones, desarrolladas a partir de años de observación, que modelan o estiman procesos de interés agrícola. En el caso de nogal pecanero (*Carya illinoensis K*), la información atmosférica, puede aplicarse en cuestiones de pronostico y prevención de plagas considerando la temperatura (horas calor) acumulada que favorece a la multiplicación de insectos dañinos, o bien, para el monitoreo de acumulación de frió (horas frió) que favorece la producción de nuez, y para estudiar la influencia del clima sobre el cultivo. Sin embargo, la aplicación que ha tenido mayor trascendencia es para determinar la evapotranspiración y, posteriormente, programar y operar el riego en el momento oportuno, que actualmente es denominado riego a tiempo real (Ochoa *et al,* 2006; Chávez, 2007).

En el nogal pecanero, el manejo del agua es uno de los principales factores que permite incrementar o mantener la producción y calidad de nuez a través de los años. El manejo del agua se fundamenta en el uso de indicadores de riego que utilizan alguna propiedad del suelo o de la planta relacionada con el estrés hídrico para definir el momento oportuno del riego. La mayoría de los trabajos de investigación en uso y manejo del agua en nogal pecanero fueron planteados a partir de indicadores edáficos, en el cual se hace mención de los niveles óptimos de humedad aprovechable en el suelo permitidos por el cultivo durante las diferentes etapas fenológicas. Cuando el suelo tiene bajos niveles de humedad, con respecto a los niveles permisibles por el cultivo, impactará negativamente en el desarrollo de la planta y, consecuente, en el crecimiento y desarrollo del fruto (Herrera, 1990; Godoy *et al*., 2000a).

La metodología del balance de humedad en el suelo, fundamentada en las entradas y salidas de agua en el perfil del suelo ocupado por las raíces del cultivo, permite estimar indirectamente la humedad presente en el suelo y su cambio a través del tiempo. Este método, una vez determinado y calibrado cada uno de sus componentes ha generado resultados satisfactorios en áreas considerables en otros cultivos. Tomando en consideración lo expuesto anteriormente,

el objetivo del estudio fue cuantificar los componentes del balance de humedad del suelo que permitan programar el riego, partiendo del monitoreo atmosférico mediante estaciones agroclimáticas telemétricas.

MATERIALES Y METODOLOGÍA

Estaciones agroclimáticas

Este estudio tiene que ver con datos del ambiente atmosférico correspondiente al ciclo agrícola 2005, de las subregiones cuenca media y baja del río nazas, entre los estados de Coahuila y Durango. Para realizar monitoreo atmosférico, actualmente, el CENID-RASPA INIFAP se apoya en tres estaciones agroclimáticas telemétricas o autónomas de marca Davis, Motorola y Adcon, distribuidas espacialmente de la siguiente manera: dos estaciones en la cuenca baja; Davis instalada en condiciones estándar al cultivo de referencia y Motorola instalada en condición no estándar. La primera se localiza en coordenadas 25º35'18'' de latitud norte, 103º27'01'' de longitud oeste y 1129 m.s.n.m. (CENID-RASPA), la segunda se localiza en coordenadas 25º37'02'' de latitud norte, 103º24'11'' de longitud oeste y 1126 m.s.n.m. (P.P. Las Villas, Torreón Coah.). En tanto, en la cuenca media se encuentra instalada en condiciones estándar al cultivo de referencia la estación Adcon, ubicada en coordenadas 25º14'43'' de latitud norte, 104º07'06'' de longitud oeste y 1243 m.s.n.m. (P.P. Santa Bárbara, Nazas Dgo).

Las estaciones están equipadas con sensores electrónicos de misma marca; excepto para la estación motorola, la marca de sensores es decagon ECH2O. Estos sensores miden temperatura del aire, humedad atmosférica, velocidad y dirección del viento, radiación solar y precipitación pluvial a una altura de 2 m sobre el nivel del suelo, y temperatura de suelo a 30 cm de profundidad. Las estaciones están programadas para registrar las variables atmosféricas en periodos de minuto y considerar el promedio de 15 registros, es decir cada 15 minutos, para su almacenamiento en una base de datos local, propia de cada estación.

El método del balance de humedad en el suelo

El método del balance de agua o de humedad del suelo, consiste en realizar un balance riguroso a través del tiempo de los componentes relacionados con el cambio en el contenido de humedad en el perfil de suelo ocupado por las raíces del cultivo. Partiendo del principio del balance del agua en la naturaleza, una forma de expresar el balance de agua en el suelo (*Bh*) es considerando las salidas (S) y entras (E) del sistema, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$Bh = S(\uparrow) - E(\downarrow) \quad (1)$$

Para zonas áridas y balances diarios de agua en el suelo, se puede presentar de manera simplificada. Considerando únicamente a la evapotranspiración del cultivo salidas del sistema y a la precipitación pluvial efectiva entradas al sistema.

Evapotranspiración del nogal pecanero

El método empleado para determinar indirectamente el consumo hídrico del cultivo es la recomendada por la FAO (Allen *et al.,* 1998), donde la evapotranspiración del cultivo (ET_c) se estima en función de evapotranspiración de referencia (ET_0), la cual es corregida por un coeficiente de cultivo (K_c) específico para cada especie agrícola:

$$ET_c = ET_0 * K_c \quad (2)$$

La evapotranspiración de referencia, es aquella que ocurre en una superficie sin restricciones de agua, donde dicha superficie corresponde a un cultivo hipotético de pasto o alfalfa con características específicas. Los únicos factores que afectan ET_0 son los parámetros climáticos, por lo tanto, ET_0 es también un parámetro climático que puede ser calculado a partir de datos atmosféricos. Para determinar la ET_0 se consideró la ecuaciones de Penman-Monteith FAO (ecuación 1), ampliamente usada y recomendada por la FAO como método estandarizado para este cálculo. La información atmosférica registrada durante el año 2005, utilizada para calcular la ET_0 en periodos diarios fueron: radiación solar, temperatura del aire, humedad relativa atmosférica y velocidad del viento a 2 m de altura sobre la superficie del suelo.

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad (1)$$

Por otro lado, en el caso específico del nogal pecanero, las investigaciones coinciden en que el consumo de agua a partir del tercer año depende del diámetro de tronco, del número de árboles por hectárea, de la etapa fenológica del cultivo y de la localización espacial de la huerta (Miyamoto, 1983; Worthington *et al,* 1992; Godoy *et al,* 2000b). Por esta razón, el K_c se obtuvo utilizando ecuaciones (Cuadro 1) que operan con el diámetro de tronco, densidad de árboles por hectárea y días grados crecimiento (DGC) determinados con temperatura del aire registrada para cada estación. Estas ecuaciones se definieron mediante regresión lineal de tipo polinomial por Miyamoto (1983), posterior al análisis de humedad del suelo en huertos de nogal pecanero con diferente densidad de plantación y longevidad (diámetro del tronco).

Cuadro 1. Ecuaciones para cálculo de K_c en nogal pecanero (Miyamoto, 1983).

d*N (cm ha^{-1})	Ecuación
1000 K_c =	1.76E-01 + 5.69E-05(DGC) + 1.40E-07$(DGC)^2$ - 6.21E-11$(DGC)^3$
2000 K_c =	2.46E-01 + 3.05E-04(DGC) + 4.61E-07$(DGC)^2$ – 2.97E-10$(DGC)^3$
3000 K_c =	3.16E-01 + 5.31E-04(DGC) + 7.24E-07$(DGC)^2$ – 4.84E-10$(DGC)^3$
4000 K_c =	2.93E-01 + 1.11E-03(DGC) + 1.85E-07$(DGC)^2$ – 3.23E-10$(DGC)^3$

d = diámetro de tronco en centímetros, N = número de árboles por hectárea, DGC = días grados crecimiento

Para efectos de este trabajo, se consideraron los siguientes datos agronómicos: Árboles de 30 años de longevidad con diámetro de tronco de 40 cm y una densidad de plantación de 70 árboles por hectárea. Un suelo arcilloso a una profundidad de raíces de 1 m, con las siguientes propiedades físicas: capacidad de campo de 43%, punto de marchitez permanente de 26% y densidad aparente de 1.25 gr cm^{-3}.

Precipitación efectiva

Su estimación ha sido sujeta a una diversidad de estudios, sin embargo debido a la complejidad, la precipitación o lluvia efectiva (P_e) se estima mediante funciones empíricas ($P_e \geq$ 5.1 mm) derivadas de análisis estadísticos de precipitación (Cahoon *et al*., 1990).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Cálculo de los componentes del balance de humedad del suelo

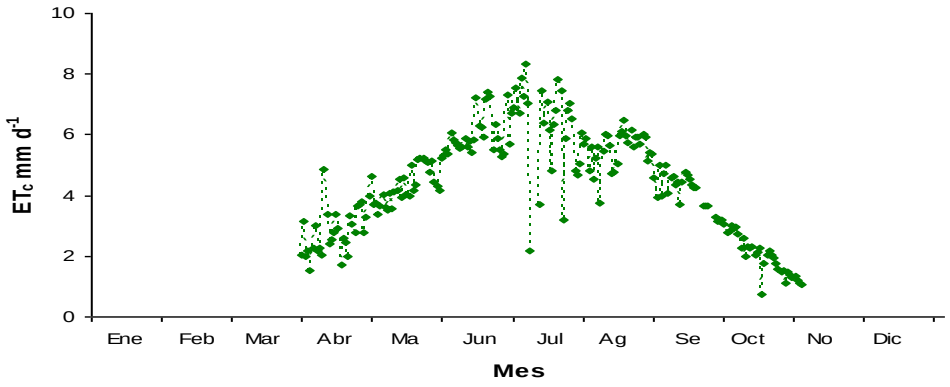
Evapotranspiración del nogal pecanero

Con base en la información agronómica del cultivo, se utilizó la ecuación kc 3000 del cuadro 1 y, se aplicaron a esta, los DGC determinados a partir de la temperatura del aire registrada en periodos diarios para cada estación. El K_c resultante, por mencionar algunos datos, fueron de 0.3, 0.8, 1.2 y 0.7 para etapas fisiológicas de brotación, crecimiento de la nuez, llenado de almendra y apertura del ruezno, respectivamente.

Con las variables atmosféricas, medidas en las estaciones automáticas descritas, se estimó el consumo hídrico de nogal para el ciclo agrícola 2005 (Figura 1). Para la cuenca baja, se observa una ET_c inferior a 3.5 mm d^{-1} durante el mes de abril, que corresponde a la etapa fenológica de crecimiento del brote y floración. Posteriormente, la demanda de agua por el cultivo se incrementa, alcanzando una máxima demanda de 7.5 mm d^{-1} durante los meses de

junio y julio, que corresponde a la etapa de crecimiento de la nuez. Enseguida disminuye de 7.5 hasta 4 y 2 mm d^{-1} para los meses de septiembre y octubre, respectivamente, que corresponden al llenado de la almendra y apertura del ruezno. Mientras tanto, para la cuenca media, el comportamiento en la demanda hídrica manifestó ligeras diferencias con respecto a la parte baja de la cuenca, para ese mismo año de observación; es decir, los valores de ET_c fueron de 2.5 mm d^{-1} para el mes de marzo (brotación), alcanzando su mayor incremento en la demanda hídrica hasta de 5.6 mm d^{-1} durante los meses de junio y julio. Posteriormente disminuye a 3.5 y 2 mm d^{-1} para los meses de octubre y septiembre (llenado de almendra y apertura del ruezno).

cuenca baja



cuenca media

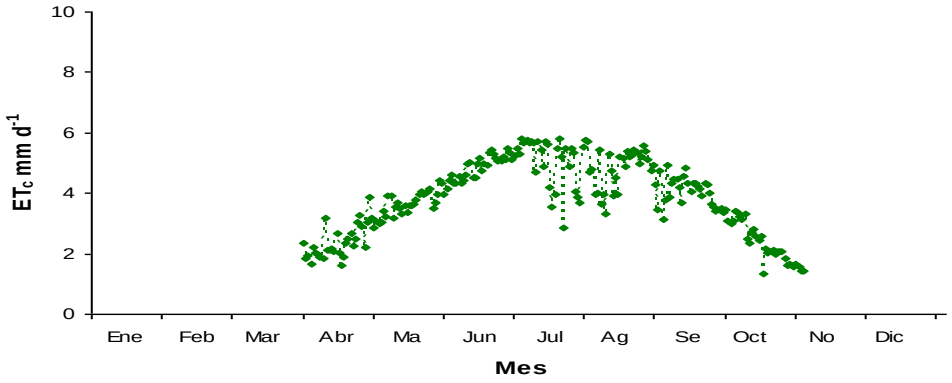


Figura 1. Comportamiento de ET_c en la cuenca media y baja del río nazas.

El comportamiento del patrón de la evapotranspiración del nogal pecanero, se observa parecido en ambas partes de la cuenca, sin embargo, ligeramente superior para la cuenca baja. Esto significa que la aplicación en cantidad (volumen o lámina) y tiempo (intervalo entre riegos) será diferente para cada subregión estudiada, esto obedece a las condiciones atmosféricas que prevalecen para cada una de estas.

Precipitación efectiva

Las lluvias registradas durante el periodo enero-diciembre de 2005 fueron de 167.1 para el sitio ubicado en la cuenca baja mientras en el sitio ubicado en la cuenca media de 223.9 mm, teniendo el mayor aporte de agua por efecto de la lluvia durante el mes de julio y agosto en ambas zonas de la cuenca, además coincide este periodo con el llenado de almendra, fase fisiológica del árbol en la cual es crucial mantener en condiciones adecuadas la humedad del suelo para el cultivo. Sin embargo, a decir de las cifras pluviométricas correspondientes al año 2005 comparado contra la de datos históricos de cada región, se manifiestan ampliamente inferiores al promedio histórico, lo que indica un año "seco".

A decir de la cantidad, distribución y frecuencia de la lluvia, favorecen al sitio ubicado en la cuenca media. En la Figura 2 se observan un número limitado de eventos con precipitación efectiva para la cuenca baja, por lo contrario, mayor número de eventos con precipitación efectiva para la cuenca media, esto considerando como P_e los eventos de lluvia mayor a 5.1 mm.

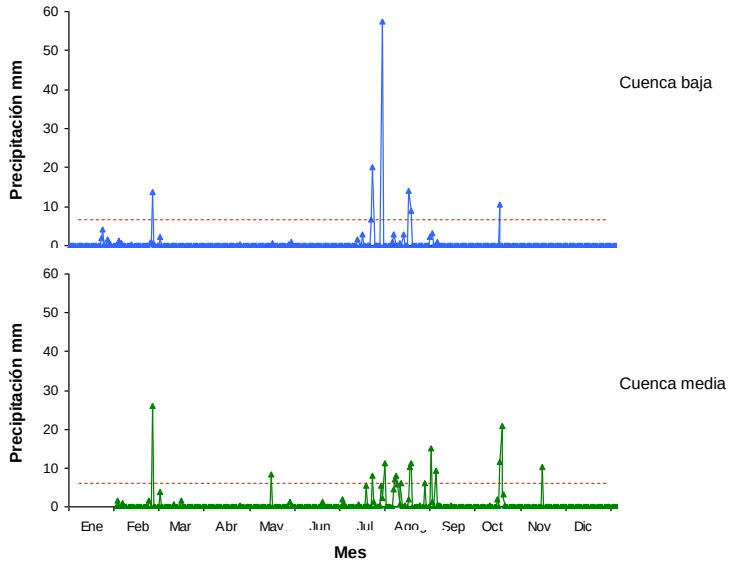


Figura 2. Precipitación para el año agrícola 2005.

Programación del riego utilizando el balance de humedad

Para la programación del riego, una vez determinados los componentes del balance de humedad en periodos diarios, es necesario identificar la humedad mínima tolerable durante las diferentes etapas fisiológicas del cultivo. En nogal pecanero, para determinar la humedad mínima permisible o punto de recarga del riego, es importante mantener una fracción de

abatimiento (*f*) de humedad aprovechable no mayor al 50%, 35%, 25% y 50% durante la etapas fisiológicas de brotación, crecimiento de la nuez, llenado de almendra y apertura del pericarpio, respectivamente (Godoy *et al*., 2000b).

Partiendo con un valor del contenido de humedad inicial medido directamente en el terreno al inicio del ciclo vegetativo (antes de brotación). El cambio (Δ) en el contenido de humedad en un día *i* (θ_i), se calcula restando a la humedad residual del día anterior (θ_i) la humedad del suelo al final del día *i* (θ_{i-1}), con la siguiente ecuación:

$$\Delta\theta_i = \theta_i - \theta_{i+1} \quad (2)$$

La θ_{i+1} estará en función del balance de agua durante el día, es decir, de la ET_c, P_e y del riego. Así, cuando se presenta una precipitación efectiva la humedad del suelo se incrementa, o bien, después de cada riego el suelo debe alcanzar la humedad a capacidad de campo (cc). Por lo contrario, cuando el suelo pierde humedad por efecto de la evapotranspiración, la humedad del perfil del suelo empieza a descender. Sin embargo, para no afectar al cultivo, la humedad residual no debe descender por debajo de la humedad mínima permisible por éste, por lo tanto se debe verificar que:

$$\theta_c \geq \theta_i \quad (2)$$

En la Figura 3, se presenta un ejemplo del balance de agua en el suelo, partiendo de un valor de θ_i posterior a un riego a capacidad de campo. Este ejemplo fue realizado con datos de cultivo y clima que corresponden a los citados con anterioridad y para cuenca baja del río nazas, específicamente durante el periodo mayo-julio (entre las etapas de crecimiento de nuez y llenado de almendra). Este cuadro, el riego es mandado a intervalos de entre 11 (al 65% de HA) y 10 días (al 75% de HA) cuando no hay precipitaciones que impacten en la humedad del suelo, pero, si esto ocurre los intervalos de riego se prolongan según la magnitud del evento lluvioso. En este sentido, un estudio realizado por Godoy *et al*., (2005) en la cuenca baja para circunstancias de cultivo y suelo similares a las planteadas en este trabajo, encontró que intervalos de riego no mayores a 14 días (al 75% de HA) mantienen una condición hídrica adecuada, lo que permite mejor crecimiento de la almendra, velocidad en la acumulación de peso seco, altos porcentajes de almendra y tiene un efecto positivo en la apertura del pericarpio.

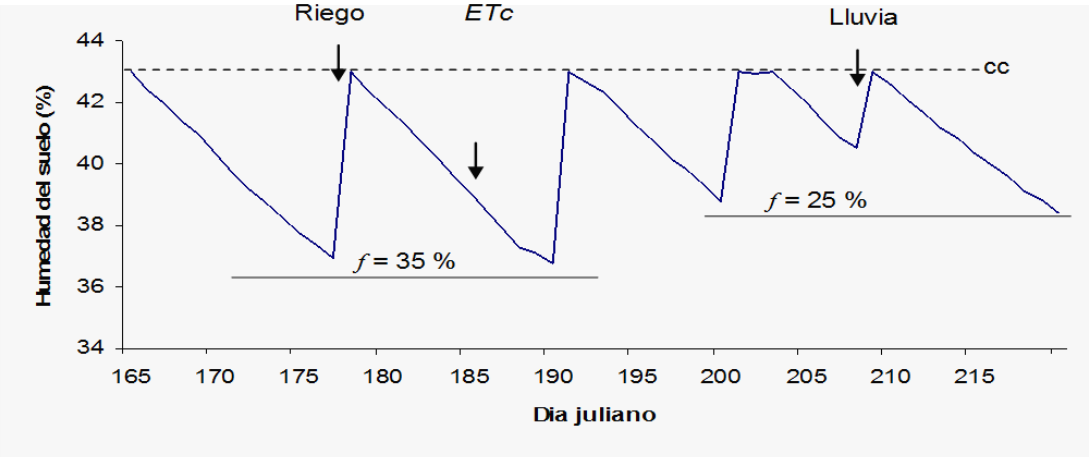


Figura 3. Abatimiento de la humedad del suelo.

CONCLUSIONES

El uso de estaciones agroclimáticas telemétricas permitió registrar, manejar y usar variables atmosféricas eficientemente, con el propósito de determinar y aplicar en el momento oportuno la demanda hídrica del nogal pecanero. Por lo anterior, las estaciones son una herramienta de diagnóstico que permite tomar decisiones convenientes sobre el aporte de agua a los cultivos, en este caso al nogal pecanero. Una programación apropiada del riego no solo permitirá mantener una disponibilidad de agua en el suelo, sino también permitirá un incremento en la eficiencia del agua de riego y de energía, considerando que el 97 % del área cultivada con nogal se riega con agua extraída del subsuelo. Así también, esta herramienta podría jugar un papel importante en la administración de los recursos hídricos a nivel de cuenca.

BIBLIOGRAFÍA

Allen, R.G., L. Pereira, D. Raes y M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop requirements. Irrigation and Drainage Paper No. 56, FAO, Rome, Italy.

Cahoon, J., J. Fergunson, D. Edwards, y P. Tacker. 1990. A microcomputer based irrigation scheduler for the humid mid-south region. Vol. 6:289-295.

Chávez R., E. 2007. Aproximación del riego en tiempo real; a partir de variables agroclimáticas (caso de estudio nogal pecanero). Tesis Maestría en Ciencias, UAAAN-UL. p 119-120.

Godoy A., C., Z. Xopiyaxtle J., I. Reyes J. y C.A. Torres E. 2005. Comportamiento hídrico de hojas y frutos de nogal pecanero y su relación con la calidad y germinación de fruto. Revista Interamericana Terra, Vol. 23 Num. 4.

Godoy A., C. e I. López M. 2000a. Desarrollo de la almendra y germinación del fruto del nogal pecanero bajo cuatro calendarios de riego. Revista Interamericana Terra, Vol. 17 Num. 4.

Godoy A., C., I. Reyes J., C.A. Torres E., M.V. Huitrón R., J. Cristian Ch. y J. Morales V. 2000b. Tecnología de riego en nogal pecanero. Libro científico nº 1. INIFAP.

Herrera, E. 1990. Fruit growth and development of Ideal and Western pecans. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115: 915-923.

Miyamoto, S. 1983. Consumptive water use of Irrigated Pecans. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108(5): 676-68.

Ochoa del T., D., G. González C., A. Dzul L. y J. Gutiérrez C. 2006. Sistema informático en red para estaciones climáticas; una aproximación de una agricultura de precisión. XIV Congreso internacional nogalero. Torreón Coah.

Worthington J.W., Lasswell, J.L.A. Stein and M.J. Mc. Farland. 1992. Now that you`ve decided to irrigate… How?....How much?...When ?. ..Pecan South. 22: 6-18.

MODELACIÓN DEL ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL DE LA CUENCA DEL RÍO BAJO AMACUZAC

Palmira Bueno Hurtado[1], Omar Durán Guerra[2], Gerardo Esquivel Arriaga[1], Miguel Palomo Rodríguez[3]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera. Km. 6.5 margen derecha Canal Sacramento, Gómez Palacio, Durango. Correspondencia: bueno.palmira@inifap.gob.mx

[2]Universidad Iberoamericana Torreón. Calzada Iberoamericana 2255, 27020 Torreón, Coahuila.
[3]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. C.E, La Laguna. Blvd. José Santos Valdéz 1200 Pte., Col. Centro, Matamoros, Coahuila

INTRODUCCIÓN

"La mayoría de los patrones hídricos que se observan en una cuenca dependen de su relieve y pendiente, así como su tamaño, ubicación geográfica y tipo de suelo. Así mismo, los ecosistemas boscosos en las cuencas también juegan un papel sumamente importante en la regulación de los patrones hídricos, incluyendo la cantidad y calidad del agua que emana de las mismas" (Wanielista *et al.*, 1997).

En el mundo sólo un 2.5 % es agua dulce y potencialmente aprovechable por los seres humanos, plantas y animales terrestres. Sólo un 1 % de esta agua dulce está disponible, ya que el resto se encuentra lejos de las grandes concentraciones de seres humanos, atrapado en el hielo permanente de los glaciares de la Antártica y Groenlandia o en acuíferos muy profundos (Gleick, 2000).

Cuando el suelo no tiene cubierta vegetal, se ha observado que la velocidad y el volumen de escurrimiento aumentan, arrastran una gran cantidad de material hacia las partes bajas de la cuenca (Esquivel, 2011), esto trae consecuencias negativas ecológicas y económicas a la población humana.

La vegetación también protege la calidad del agua mediante la captura de escurrimiento de las pluviales, lo que reduce la erosión y permite que los contaminantes sean filtrados antes de llegar a las aguas de los recipientes. Cuando existe deforestación, se genera un impacto negativo que se manifiesta en un incremento en la pérdida de suelo, aumento en los escurrimientos y, por lo tanto, mayores inundaciones (Jain *et al.*, 2004; Hundecha y Bardosy, 2004; Pérez *et al.*, 2005; Thanapakpawin *et al.*, 2006; Miranda-Aragón *et al.*, 2009).

Los procesos mencionados en los párrafos anteriores pueden simularse, mediante modelos hidrológicos, fundamentados en funciones matemáticas empíricas y conceptuales que permiten simular el caudal en base a datos propios de una cuenca (Mena, 2009). El modelo SWAT (Soil

and Water Assessment Tool) es un programa de modelamiento hidrológico diseñado para modelar el transporte de agua, nutrientes y plaguicidas en una cuenca (Lenhart *et al.*, 2002).

El presente estudio tiene como objetivo simular el escurrimiento superficial de la cuenca del Río bajo Amacuzac con el uso del modelo SWAT, con la finalidad de realizar una mejor gestión del recurso agua.

MATERIALES Y MÉTODOS

La cuenca del Río Bajo Amacuzac se encuentra ubicada en el Sur del estado de Morelos y Norte de Guerrero entre las coordenadas 18°0'0" , 18°40'0" latitud N y 99°20'0", 99°0'0" longitud oeste (ver Figura 1). Abarca un área de 2344.84 km^2, la vegetación predominante es Selva Baja Caducifolia y el tipo de suelo con mayor superficie es Leptosol. La precipitación anual es de 874 mm (estación 12030 para el año 2007).

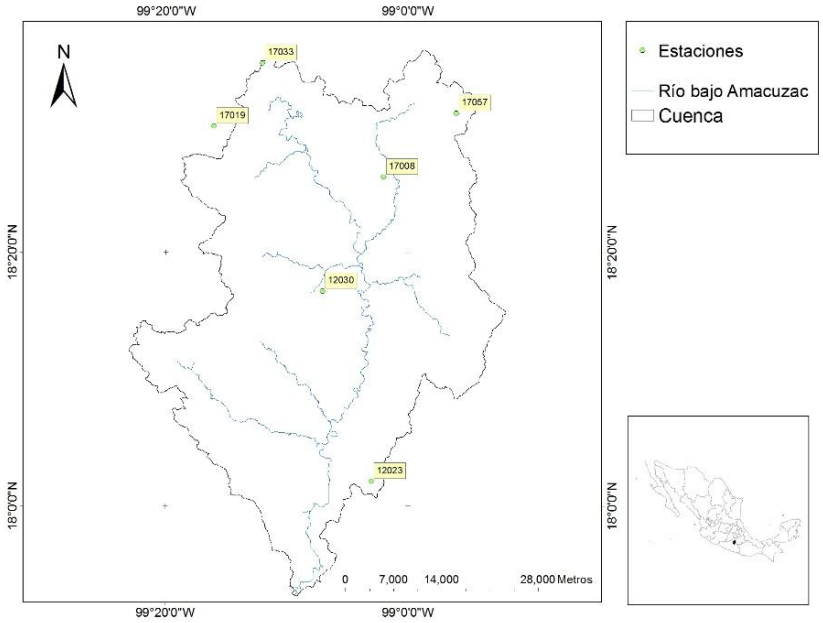


Figura 1. Ubicación de la cuenca del Río bajo Amacuzac.

Se realizó una simulación del escurrimiento superficial empleando el modelo hidrológico SWAT (2009). Las estaciones que se tomaron en cuenta fueron: 17033, 17019, 17057, 17008, 12030 y 12023 de donde se extrajo información de temperaturas y precipitación a partir del ERIC III (2009); se empleó también la serie V de uso de suelo y vegetación escala 1:250,000 de INEGI (2011), el modelo digital de elevación se obtuvo en escala de 1:50,000 también de INEGI al igual que el mapa de edafología serie 2 (2002-2006) escala 1:250,000. La calibración del modelo se realizó al comparar los datos de escurrimientos simulados con los aforados de la

estación hidrométrica 18437 (Xicatlacotla) para los años 2001 a 2008. Se calculó PBIAS para obtener la desviación de los datos simulados con los reales, cuya ecuación es la siguiente (Moriasi *et al.*, 2007):

:

$$PBIAS = \left[\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(Y_i^{obs} - Y_i^{sim}\right) * (100)}{\sum_{i=1}^{n}\left(Y_i^{obs}\right)}\right]$$

Donde *PBIAS* es la desviación de los datos evaluados (%), Y_i^{obs} son los valores observados, Y_i^{sim} son los valores simulados y *n* es el número total de observaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El modelo SWAT arrojó valores de escurrimiento anual desde 24.27 mm a 65.68 mm, en los años 2004 y 2001. En general los meses con mayores escurrimientos fueron julio y agosto (ver Figura 2).

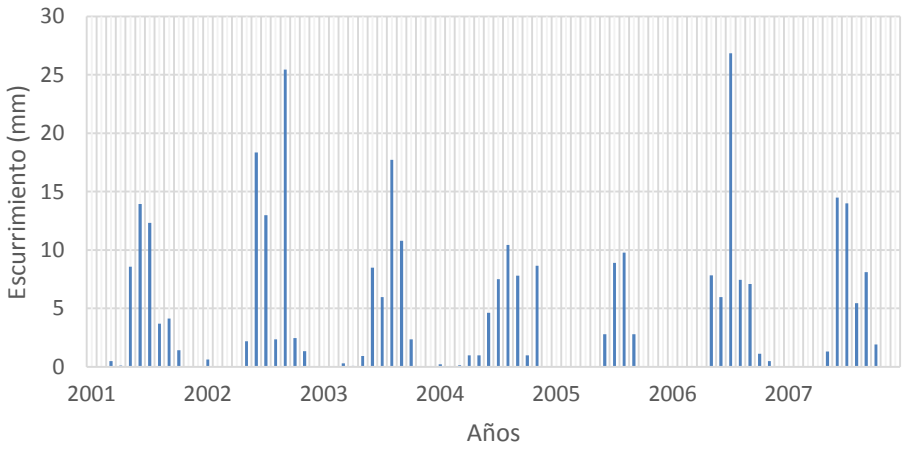


Figura 2. Escurrimiento mensual simulado.

Para poder observar la desviación de los valores simulados respecto a los observados, se consideró solo una subcuenca de 7979.24 ha, pues es la única con la que cuenta estación de aforo (Xicatlacotla) (Figura 3). El valor de PBIAS fue de 15.93%, lo que significa que el modelo simula de forma “satisfactoria” el escurrimiento en esa subcuenca (Moriasi *et al.*, 2007).

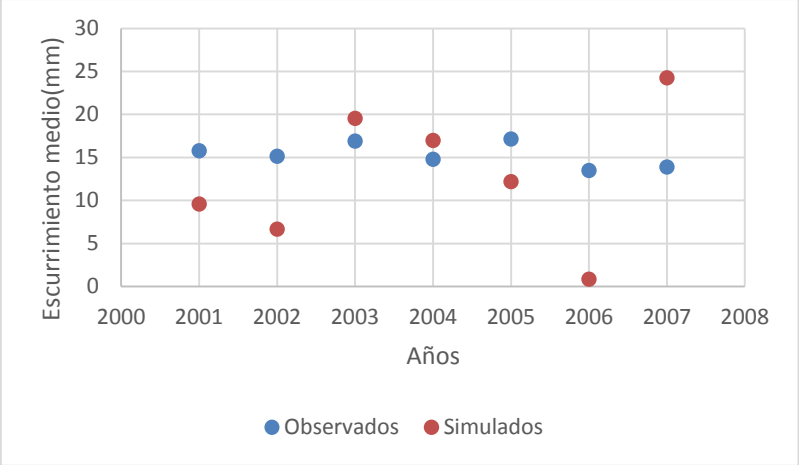


Figura 3. Escurrimiento simulado y observado en Xicatlacotla.

CONCLUSIONES

Se logró simular de manera satisfactoria (PBIAS= 15.93%) el escurrimiento superficial de la cuenca del Río Bajo Amacuzac. Lo anterior con la finalidad de facilitar el manejo del recurso agua dentro de la cuenca.

BIBLIOGRAFÍA

Esquivel P. S, Guerra C. V. H, Ferriño F. A. L. 2011. Modelación del efecto del cambio en el uso del suelo y su relación con el escurrimiento en una cuenca hidrológica.

Gleick, P.H. 2000. The world's water 2000-2001. Island Press. Washington, D.C. 315 págs.

Hundecha Y.; Bardosy A. 2004. Modeling of the effect of land use changes on the runoff generation of a river basin through parameter regionalization of a watershed model. Journal of Hydrology 299: 107-135.

Jain M. K.; Kothyari, V. C.; Ranga Raju, K. G. 2004. A GIS based distributed rainfall-runoff model. Journal of Hydrology 299: 107-135.

Lenhart T., K. Eckhardt, N. Fohrer and H.-G. Frede. 2002. Comparison of two different approaches of sensitivity analysis. Physics and Chemistry of the Earth 27 (2002) 645–654

Mena P. D. I. 2009. Análisis de impactos del cambio climático en la cuenca andina del río Teno, usando el modelo WEAP. Tesis. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Civil. Santiago de Chile.

Miranda-Aragón L.; Ibáñez-Castillo L. A.; Valdéz-Lazalde R.; Hernández-de la Rosa P. 2009. Modelación hidrológica empírica del gasto de 100 años de periodo de retorno del Río Grande, Tlalchapa, Guerrero en dos escenarios de uso de suelo. Agrociencia 43(4): 333-344.

Moriasi, D. N., Arnold, J. G., Van Liew, M.W., Binger, R.L., Harmel, R.D., Veith, T. L. 2007. Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. American Society of Agricultural and Biological Engineers ISSN 0001-2351. Vol. 50(3):885-900

Pérez N. J.; Váldes V. E.; Hernández S. M; Ordaz C. V. 2005. Lluvia, escurrimiento superficial y erosión del suelo en sistemas agroforestales de café bajo sombra. Agrociencia 39: 409-418.

Thanapakpawin, P. J; Richey D.; Thomas S.; Rhoda B.; Campbell; Logsdon M. 2006. Effects of land-use change on the hydrologic regime of the Mae Chaem river basin, NW. Thailand. Journal of Hydrology 334: 215-230.

Wanielista, M., R. Kersten y R. Eaglin. 1997. Hydrology: Water quantity and quality control. Segunda Edición, John Wiley & Sons, Inc. Nueva York. 567 págs.

SOLARIZACIÓN DE ESTIÉRCOL BOVINO, CAPRINO Y GALLINAZA Y EL EFECTO EN LA SOBREVIVENCIA DE *Salmonella* spp

Miguel Ángel Gallegos-Robles[1], Sarai Shesarely Mendoza-Retana[2], Cirilo Vázquez-Vázquez[1], Ignacio Orona-Castillo[1], José Luis García-Hernández[1], Héctor Idilio Trejo-Escareño[1]

[1] Maestro-Investigador Facultad de Agricultura y Zootecnia-UJED, [2] Alumna doctorado DICAF-UJED, autor para correspondencia: garoma64@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

En la agricultura orgánica, la aplicación de estiércol animal al suelo es indiscutiblemente necesaria porque éstos son importantes para renovar la materia orgánica del suelo y para suministrar nutrimentos, sin embargo, la aplicación sin un tratamiento previo para destruir los patógenos aumenta los riesgos de contaminación microbiológica de los productos agrícolas (Ingham *et al.*, 2004; Islam, 2004). En México anualmente se producen 61 millones de toneladas de estiércol base seca de diferentes especies animales, representando el estiércol bovino el 83% y en La Comarca Lagunera, región donde existe una gran actividad pecuaria, se producen alrededor de un millón de toneladas de estiércol base seca por año (SAGARPA, 2006). Esta producción intensiva de residuos de origen animal genera desperdicios con alto contenido de nutrientes y material orgánico que contaminan los suelos y aguas, emiten olores desagradables y generan gases, además de propiciar la proliferación de vectores y microorganismos patógenos, todo ello con un impacto negativo en el medio ambiente y en la salud humana (Dungan, 2010). Particularmente, existe un importante riesgo de salud, el cual está dado por la presencia de microorganismos patógenos tales como *Salmonella* spp., que puede estar presente en los estiércoles de origen animal. La supervivencia de los microorganismos patógenos en el estiércol depende de muchos factores, incluyendo la temperatura, humedad, pH, composición física de los materiales de compostaje, el tipo de estiércol, y la competencia microbiana (Hess *et al.,* 2004). La presencia de *Salmonella* y otros patógenos en el estiércol ha motivado que se busquen métodos para el tratamiento del estiércol antes de la aplicación a través del compostaje, pasteurización, secado a vapor, o radiación UV con el fin de reducir la cantidad de bacterias coliformes fecales y huevos de helmintos. Un método que ha sido utilizado con éxito en los suelos agrícolas para la desinfección es el solarizado. Es una técnica hidrotérmica de eliminación de patógenos que consiste en cubrir el suelo (o estiércol) durante varias semanas con una película de polietileno que tiene la capacidad de capturar la radiación solar y aumentar significativamente la temperatura causando efectos físicos, químicos y biológicos (Wang *et al*., 2006). En este sentido, el objetivo de este

estudio fue evaluar el uso de plástico sin albedo en la solarización de tres tipos de estiércol (bovino, caprino y gallinaza) y con adición de agua, como un método de desinfección activa para eliminar *Salmonella* en el estiércol y que cumpla con la normativa vigente para su uso como fertilizante orgánico seguro.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio experimental y la preparación de las pilas de estiércol. El trabajo se realizó en el periodo del 31 de agosto al 20 de octubre del año 2011, en el campo experimental de la Facultad de Agricultura y Zootecnia (FAZ-UJED), Gómez Pal. Dgo. Las pilas de estiércol se construyeron de 2 m de largo, 1 m de ancho y 1 m de altura. Para llevar a cabo el proceso de solarización las pilas de estiércol se cubrieron con plástico transparente sin albedo (fabricado por Plastoza, S. A. Estado de México) tipo PLANAT 180 x 1000/100 (1,8 m de ancho, 1.000 m de longitud) y 100 µ de espesor.

Tratamientos evaluados. Los tratamientos evaluados fueron: T1= Pila de estiércol bovino, T2= Pila de estiércol bovino con un 50% más de humedad, T3= Pila de estiércol caprino, T4= Pila de estiércol caprino con 50% más de humedad, T5= Pila de gallinaza, T6= Pila de gallinaza con 50% más de humedad. Todas las pilas fueron cubiertas con el plástico. En los tratamientos con humedad se adicionó 50% de humedad en base al peso seco de la muestra. El estiércol se humedeció en forma homogénea y se volteó manualmente con palas. En cada pila se midió la temperatura diariamente en las profundidades de 15 y 30 cm durante 51 días con ayuda de termómetros tipo reloj. El diseño experimental fue bloques al azar con arreglo factorial 3x2x2x51 y tres repeticiones, siendo el factor A = tipos de estiércol (bovino, caprino, gallinaza), factor B = niveles de humedad (sin humedad, 50% de humedad), factor C = profundidad de muestreo (0-15 cm, 15-30 cm) y factor D = fechas de muestreo (Fecha 1.....Fecha 51).

Toma de las muestras de estiércol. Se tomó una muestra compuesta de ambas profundidades (0-15 cm y 15-30 cm) alrededor de las 7:00 am; para ello, se realizó un orificio con la pala de punta a la altura de cada profundidad, se tomaron 20 g de cada nivel y se mezclaron las muestras. La muestra compuesta se colocó en bolsa de plástico ziploc de 15x30 cm, identificando la muestra en cada bolsa para el traslado y el análisis microbiológico inmediato.

Enumeración de *Salmonella*. De cada muestra compuesta de estiércol se transfirió asépticamente 2 g a un tubo con rosca de centrífuga estéril de 50 ml, se añadieron 18 ml de solución salina fisiológica (SSF) (NaCl 0.85%) estéril, y la mezcla se agitó en Vortex (6 min). El extracto se diluyó en series (1:10) con SSF estéril, y alícuotas de 0.1 ml se extendieron sobre

placas de agar verde brillante con sulfadiazina (BGS por sus siglas en inglés). Después de la incubación a 35 ± 2 ºC por 24 h, se contaron las colonias.

Extracción de ADN. A partir del Tetrationato (TT) se hizo extracción de ADN con el método de CTAB (Doyle y Doyle, 1987).

Reacciones de PCR para *Salmonella* spp. La presencia de *Salmonella* también fue diagnosticada por PCR con base al gen *invA*. Se utilizaron los siguientes primers (Forward primer 5´ GTGAAATTATCGCCACGTTCGGGCAA 3´, reverse primer 5´ TCATCGCACCGTCAAAGGAACC 3´).

Análisis estadístico. El ANOVA y la comparación de medias (DMS; P≤0.05) se realizaron con el programa estadístico SAS (1998). Las variables evaluadas fueron la temperatura y las UFC g^{-1} de estiércol, transformadas a $\log_{10}$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento de la temperatura en los tratamientos

Se observaron diferencias significativas ($p<0.01$) en las temperaturas registradas para las fuentes de variación tipo de estiércol, nivel de humedad, profundidad de muestreo y fecha de muestreo, así como en las interacciones tipo de estiércol con nivel de humedad, tipo de estiércol con fecha de muestreo, nivel de humedad con fecha de muestreo, profundidad de muestreo con fecha de muestreo y tipo de estiércol con nivel de humedad y fecha de muestreo. Los valores promedio de temperatura por tipo de estiércol, nivel de humedad y profundidad de muestreo se muestran en la Tabla 1. La gallinaza presentó el valor promedio más alto de temperatura ($p<0.05$), seguido del estiércol bovino y el caprino, con una diferencia de 1.86 °C respecto al valor promedio más bajo (estiércol caprino). Respecto al efecto de la adición de agua o no a los tratamientos, el valor promedio más alto se observó en aquellos tratamientos a los que se adicionó agua ($p<0.05$) con una diferencia de 2.35 °C respecto a los que no se adicionó agua. En relación a la profundidad de muestreo, la temperatura promedio más alta se observó en la profundidad de 15-30 cm ($p<0.05$) con una diferencia de 3.17 °C respecto a la profundidad de 0-15 cm. En este estudio, los tres tipos de estiércol presentaron diferencias en la temperatura alcanzada durante el solarizado, lo cual pudo deberse a diferencias iniciales de carga microbiana y por lo tanto de actividad microbiana, factores que contribuyen al calentamiento del estiércol (Grewal *et al*., 2006).

Tabla 1. Comparación de medias de temperatura para tipo de estiércol, nivel de humedad y profundidad de toma de temperatura.

Tipo de estiércol	Media	Desviación estándar	Humedad	Media	Desviación estándar	Profundidad de muestreo	Media	Desviación estándar
Aves	47.60 A	3.65	50%	47.54 A	5.68	15-30	47.95 A	5.92
Bovino	45.77 B	4.00	0.0%	45.19 B	5.77	0-15	44.78 B	5.33
Cabra	45.74 B	4.17	-	-		-	-	
DMS	0.41		DMS	0.33		DMS	0.33	

Las temperaturas máximas registradas por tipo de estiércol, con adición o no de agua y por profundidad de muestreo se muestran en la Figura 1. Independientemente del tipo de estiércol, las temperaturas más altas se observaron en los tratamientos con adición de agua, así como en la profundidad de 15-30 cm. La temperatura máxima registrada en la gallinaza fue de 63.37 °C, en el estiércol bovino de 62.35 °C y en el estiércol caprino de 60.43 °C, los tres con adición de agua y en la profundidad de 15-30 cm. La temperatura mínima registrada en el estiércol caprino fue de 47.67, en el estiércol bovino de 47.86 °C y en la gallinaza de 50.0 °C, los tres sin adición de agua y en la profundidad de 0-15 cm.

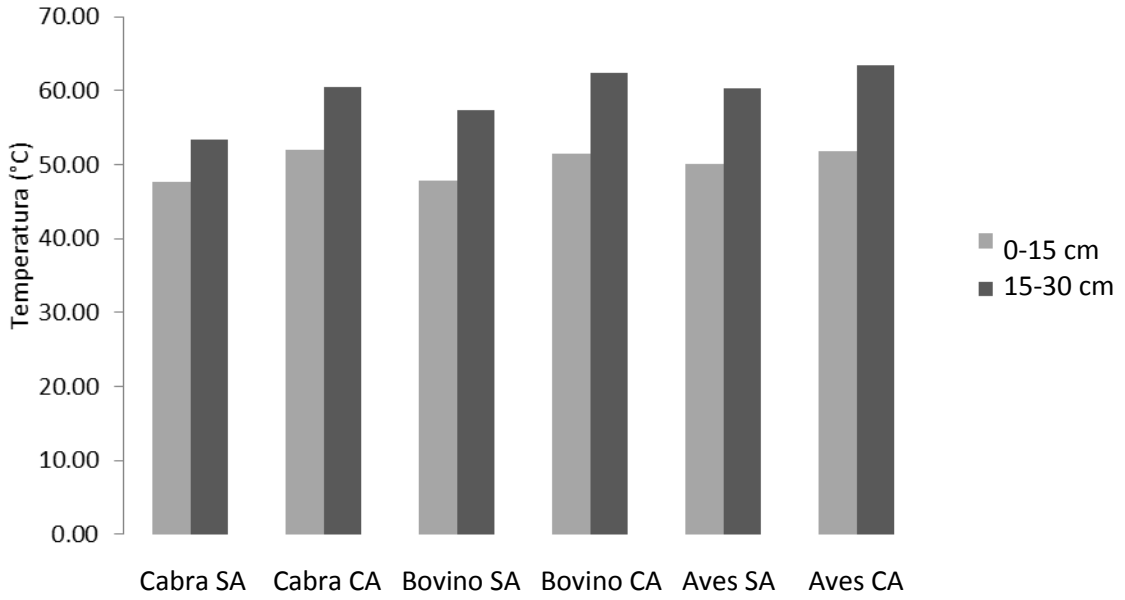


Figura 1. Temperaturas máximas registradas por tipo de estiércol, con (CA) y sin (SA) adición de agua en dos profundidades.

El nivel de agua adicionado (50%) estuvo dentro de los límites considerados como óptimos para un composteo activo (Sherman, 2005) y contribuyó para que la temperatura fuera más alta en

los tratamientos que se adicionó agua, siendo este efecto reportado como normal cuando el estiércol está húmedo (Abu-Irmaileh y Abu-Rayyan, 2004).

La Figura 2 muestra los promedios de temperaturas máximas y mínimas registradas en las dos profundidades en ocho fechas a través del período de estudio, observándose comportamientos casi constantes. La temperatura mínima promedio en ambas profundidades fue de 30 °C en la última fecha de muestreo (día 51), mientras que la temperatura máxima promedio en la profundidad de 0-15 cm fue de 60 °C en la fecha 1 (día 6), y en la profundidad de 15-30 cm fue de 62 °C en la fecha 3 (día 18). En general, las temperaturas promedio mínimas como máximas fueron relativamente más bajas en la última fecha (día 51). Lung *et al*. (2001) demostraron en un sistema de composteo a escala, que *Salmonella* tiende a desaparecer en 48 h a una temperatura de 45 °C, mientras que *E. coli* O157:H7 lo hizo en 72 h. Larney *et al*. (2003) reportaron la eliminación de *E. coli* en estiércol de ganado de engorda en los primeros 7 días de compostaje cuando las temperaturas medias de las hileras de compostaje fueron de 33.5 a 41.5 °C.

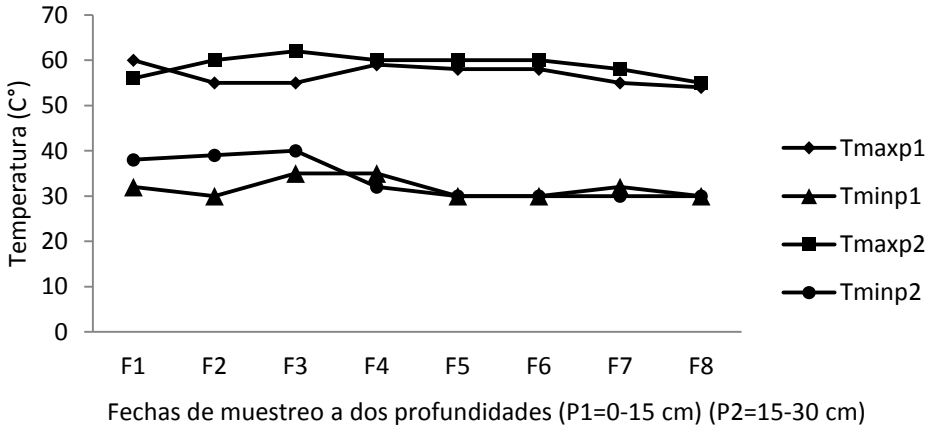


Figura 2. Temperaturas promedio máximas y mínimas registradas en ocho fechas y dos profundidades.

Comportamiento de las UFC de *Salmonella*

Se observaron diferencias significativas ($p<0.01$) de las UFC en las fuentes de variación tipo de estiércol, nivel de humedad, fecha de muestreo y en la interacción tipo de estiércol por fecha de muestreo. La Tabla 2 muestra los valores promedios de las UFC (Log_{10} UFC g^{-1}) en los diferentes tipos de estiércol, nivel de humedad y número de muestreo. No hubo diferencias significativas ($p=0.05$) entre los valores promedio observados en el estiércol bovino y la gallinaza, mientras que el estiércol caprino fue el que presentó el valor promedio más alto ($p<0.05$) de UFC. En relación con la adición de agua, los tratamientos donde se adicionó agua

tuvieron el valor promedio más bajo ($p<0.05$). Respecto a las fechas de muestreo, todas fueron diferentes entre sí ($p<0.05$), con una tasa de reducción promedio de 1.6 Log_{10} UFC g^{-1} hasta el nivel de no detección directa en placa. La tasa de reducción de *Salmonella* durante el solarizado en los tres tipos de estiércol parece ser fuertemente dependiente de la temperatura y de la adición de agua.

Tabla 2. Comparación de medias de UFC (Log_{10} UFC g^{-1}) en cada tipo de estiércol, nivel de humedad y número de muestreo.

Tipo de estiércol	Media	Desviación estándar	Humedad	Media	Desviación estándar	Muestreo	Media	Desviación estándar
Cabra	2.76 a	0.61	0%	2.63 a	0.43	Preliminar	3.02 a	0.30
Bovino	2.49 b	0.43	50%	2.48 b	0.58	1	2.86 b	0.28
Aves	2.42 b	0.42	DMS	0.05		2	2.47 c	0.11
DMS	0.07					3	1.85 d	0.27
						4	0.00 e	0.00
						DMS	0.08	

CONCLUSIONES

La solarización de estiércol con cubierta de plástico sin albedo es una estrategia de bajo costo para el control de patógenos que debe realizarse antes de la aplicación de estiércol al suelo y que está tomando gran importancia hoy en día como estrategia en la obtención de alimentos agrícolas libres de patógenos.

BIBLIOGRAFÍA

Abu-Irmaileh B and Abu-Rayyan A. 2004. In-row preplant manure composting reduces weed populations. HortScience 39(6):1456-1460

Doyle J. J. and Doyle J. L. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. Phytochem. Bull. 19:11-15.

Dungan RS. 2010. BOARD-INVITED REVIEW: Fate and transport of bioaerosols associated with livestock operations and manures. 88: 3693-3706.

Grewal S.K., Rajeev S., Sreevatsan S., and Michel, Jr. F.C. 2006. Persistence of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* and Other Zoonotic Pathogens during Simulated Composting, Manure Packing, and Liquid Storage of Dairy Manure. Applied and Environmental Microbiology 72(1): 565-574.

Hess, T. F., I. Grdzelishvili, H. Q. Sheng, and C. J. Hovde. 2004. Heat inactivation of *E. coli* during manure composting. Compost Sci. Util. 12:314–322.

Ingham SC., Losinski JA., Andrews MP., Breuer JE., Breuer JR., Wood TM., and Wright TH. 2004. Escherichia coli Contamination of Vegetables Grown in Soils Fertilized with Noncomposted Bovine Manure: Garden-Scale Studies. Appl. Environ. Microbiol. 70: 6420-6427.

Islam M., Morgan J., Doyle MP., Phatak SC., Millner P., and Jiang X. 2004. Fate of Salmonella enterica Serovar Typhimurium on Carrots and Radishes Grown in Fields Treated with Contaminated Manure Composts or Irrigation Water. Appl. Environ. Microbiol. 70: 2497-2502.

Larney FJ, Yanke LJ, Miller JJ, and McAllister TA. 2003. Fate of coliform bacteria in composted beef cattle feedlot manure. Journal of Environmental Quality 32: 1508–1515.

Lung, A. J., C.-M. Lin, J. M. Kim, M. R. Marshall, R. Nordstedt, N. P. Thompson, and C. I. Wei. 2001. Destruction of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella enteritidis* in cow manure composting. J. Food Prot. 64:1309–1314.

SAGARPA. (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) 2006. Anuario estadístico de la producción agropecuaria 2006. Región Lagunera (DURANGO – COAHUILA). Pág. 24.

Sherman, R. 2005. Large-scale organic materials composting. North Carolina Cooperative Extension Service, p. 1–16. http://www.bae.ncsu.edu/topic/vermicomposting/pubs/ag593.pdf. Accessed June 2013.

Wang K, McSorley HR and Kokalis-Burelle N. 2006. Effects of cover cropping, solarization, and soil fumigation on nematode communities. Plant Soil 286:229-243.

DESARROLLO DE UNA CLASIFICACIÓN SUPERVISADA DIRIGIDA A OBJETOS CON HERRAMIENTAS DE TIPO OPENSOURCE O SOFTWARE LIBRE

Alan Joel Servin Prieto[1], Miguel Palomo Rodríguez[2], Miguel Rivera González[3], Gerardo Delgado Ramírez[3] y Juan Estrada Avalos[3]

[1] Técnico auxiliar de investigador del CENID-RASPA, INIFAP
[2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias; Campo Experimental La Laguna. Matamoros Coahuila. [3]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera (CENID RASPA-INIFAP). Km 6.5 margen derecha canal Sacramento. Gómez Palacio, Dgo. C. P. 35140. E-mail: rivera.miguel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Una imagen de satélite es una representación visual de los datos reflejados por la superficie de la tierra que captura un sensor montado en un satélite artificial. Los datos son enviados a una estación terrena en donde se procesan y se convierten en imágenes, enriqueciendo nuestro conocimiento de las características de la Tierra en diferentes escalas espaciales.

Los satélites de observación de la Tierra obtienen datos en el menor tiempo posible para dar seguimiento a la evolución de un fenómeno. Nunca antes se tuvo tanta información acerca de la evolución de la superficie terrestre, y lo más sorprendente es la relativa rapidez para recibir los datos en tiempo real, en un centro de control, en la oficina o incluso en casa.

La segmentación en el campo de la sensoria remota, es el proceso de dividir una imagen digital en varias partes o grupos de pixeles u objetos. Cuyo objetivo es simplificar y/o cambiar la representación de una imagen en otro más significativo y más fácil de analizar. Esta se usa tanto para localizar objetos como para encontrar los límites de estos dentro de una imagen. Para ser más precisos la segmentación de la imagen es el proceso de asignación de una etiqueta a cada pixel de la imagen de forma que los pixeles que compartan la misma etiqueta o valor, también tendrán ciertas características visuales similares.

El objetivo principal de este trabajo es dar conocer y exponer los procesos que se conllevan en la realización de una segmentación de imágenes. Asimilar los conceptos y sobre todo comprenderlos y digerir el porqué de cada uno.

Así como despertar en el usuario, la capacidad de discernir cuando, como y porque utilizar una u otra herramienta expuestas en este documento.

MATERIALES Y METODOS

Área de Estudio.

Para llevar a cabo el estudio, se tomo como material, una imagen del satélite LANDSAT 8 OLI, la cual corresponde al Path-Row de 032_041, y cuya fecha de toma fue de febrero de 2015.

Servidor de la USGS.

El servidor del Servicio Geológico de los Estados Unidos, permite de manera gratuita el uso del material que ahí archivan, éste además de almacenar información del satélite Landsat, también brinda la posibilidad de descargar información de otros sensores, incluso de modelos digitales o sensores hiperespectrales.

Otra de las ventajas con la que se cuenta al acceder a este tipo de servicio, es que, permite al usuario hacer la descarga de todas y cada una de las bandas con un nivel de preprocesamiento determinado, según las necesidades, incluso recientemente, permite hacer la solicitud de la imagen con los valores de reflectancia en superficie, con lo cual el usuario ahorra un tiempo considerable antes de iniciar con el análisis de la información.

Procesamiento.

Para el procesamiento de la imágen se emplea el software Monteverdi 1.3, éste es un software Opensource, que permite el uso y manejo de información referente a la sensoria remota, por ser un Opensource, su licencia es totalmente gratuita y tiene un interfaz bastante amigable.

Para continuar con el flujo de trabajo y utilizando como herramienta el Monteverdi, se construye un stack con las 7 bandas espectrales de las que se compone la imagen satelital.

Una vez generado el stack, se procede a realizar un “Pansharpening” lo que consiste en hacer una mejora a la resolución de la imagen multiespectral la cual tiene una resolución de 30m pixel, uniéndola a la imagen pancromática, dando como resultado una imagen de 15m pixel.

Monteverdi también permite generar diversos índices, para este caso calcularemos el índice de vegetación normalizado (NDVI) y (MSAVI).

Clasificación.

Para desarrollar la clasificación de la imagen es necesario crear los polígonos de validación y entrenamiento, es importante mencionar que para obtener buenos resultados, se requieren al menos 25 polígonos por clase, la literatura científica recomienda que para tener unos resultados confiables y sobre todo precisos, son necesarios al menos 100 polígonos por cada una de las clases de interés en la clasificación.

Otro factor importante es el tamaño de dichos polígonos, estos deben ser al menos 5 veces el tamaño del pixel de la escena, para este caso los polígonos deben ser de al menos 0.5 hectáreas.

Del total de los polígonos digitalizados, habrá que dejar un 60% como de entrenamiento y el 40% restante serán de validación.

El proceso se puede realizar en QGIS que es un software SIG de licencia libre, la tarea es crear un archivo en formato shape que más adelante se empleara durante la clasificación.
La estructura del shape puede ser la siguiente: ID_CLASE; AG, AH, BQ, CA Y SD
En donde:
AG= Área agrícola
AH= Asentamiento humano
BQ= Bosque
CA= Cuerpo de agua
SD= Suelo desnudo

Para realizar la creación de estos polígono, también podemos valernos de otras fuentes de apoyo, que permitan tener una mejor discriminación y conocimiento del área, un ejemplo de ello son imágenes de alta resolución, cartografía de otras dependencias como INEGI y su información de la serie V de la información del uso de suelos en México, ortofotos, cartas topográficas, en fin todos aquellos medios que ayuden a tener una mejor delimitación de los polígonos.
La segmentación de imágenes se refiere al proceso de dividir una imagen digital en varias partes o grupos de pixeles u objetos. Para llevar a cabo este procedimiento, se tienen dos opciones, o bien regresar al software Monteverdi y llevar a cabo ahí este proceso o bien hacer uso de otra herramienta que nos brinda también la posibilidad de realizar esta segmentación.
Para fines de este estudio, se realiza la segmentación en el software eConigtion. Este a diferencia de monteverdi, es un software privativo y pertenece a la casa de Trimble. Pero al igual que monteverdi, brinda al usuario una apariencia amigable y menú sumamente fácil de operar.
Para llevar a cabo la segmentación, se sigue el siguiente procedimiento.

1. Se crea un área de trabajo
2. Se carga la imagen
3. Dentro de la ventata “Arbol de procesos” se crea un nuevo “Append”
4. Se nombra y después se selecciona la opción “insert child”
5. Se ejecuta la segmentación.
6. Por último dentro la ventana de "árbol de procesos", se crea la función "Exportar to vector layer"
7. Finalmente se ejecuta y se genera el archivo de la segmentación en format shape.

El parámetro de escala utilizado fue de 100, pero se recomienda que la segmentación sea lo más pequeña posible siempre y cuando el equipo con el que se trabaja lo permita.

Cruce de polígonos de entrenamiento con la segmentación generada.

Una vez extraídos los polígonos de segmentación, a continuación lo que se tiene que hacer, es etiquetar todos y cada uno de los segmentos que se sobreponen con los polígonos de entrenamiento, esto es, básicamente ponerle a que clase pertenece cada uno de los polígonos resultantes en la segmentación.

Este proceso se puede realizar en QGIS. Una vez hecho esto se crea una base de datos lo bastante nutrida con los estadísticos que corresponden a cada una de las bandas que componen la imagen de satélite, esto se refiere a la unión espacial entre los polígonos de segmentación y entrenamiento y la imagen, agregando la media de los pixeles que cubren a cada uno de los polígonos, de tal manera que al realizar esta "Estadística de Zona" lo que resulta es una base de datos sólida y la cual se puede importar a cualquier software estadístico con el cual se pueda valorar la calidad de la delimitación de los polígonos de entrenamiento.

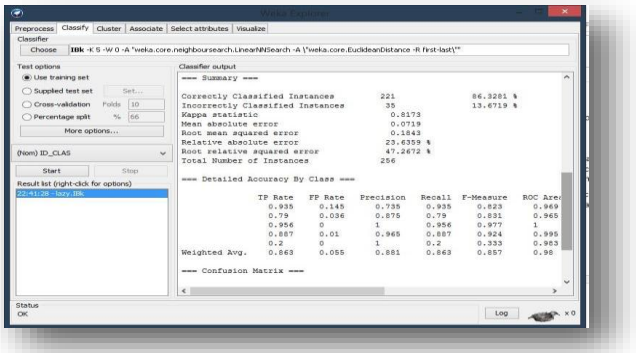
WEKA.

Después de valorar y dar por buenos o aceptables los resultados preliminares de los datos, es tiempo de ingresar la información a WEKA, este es un software libre, el cual su especialidad es completamente estadístico, lo que se hace es tomar los

Para fines de este trabajo, se analizó por "Clase", en la ventana del software se mostrará la información por la que está compuesto el archivo, así como el número de valores que tenemos por cada una de las clases que están contenidas en la base de datos.

Se aplica un filtro, "Randomize" el cual consiste en meter todo a una licuadora y revolver todos los valores, para que al aplicarle un modelo estadístico este tome los valores de manera aleatoria. Hecho esto se selecciona el método de clasificación estadístico, para este caso, se seleccionó el IBK de vecinos cercanos y con un valor de 5 de KNN.

Se obtiene lo siguiente:



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados conseguidos nos indican, que se tuvo un 86.32% de certeza en la delimitación de los polígonos de entrenamiento, lo cual nos indica un buen valor, por otro lado se cuenta con un kappa de 0.8173, si tomamos en cuenta que un valor aceptable es como mínimo un 0.80, se puede decir que estamos del otro lado de la línea.

Para validar lo anterior se puede aplicar otro modelo estadística a modo de comparar resultados. En este caso, se aplicó el modelo de "RandomForest" y además le decimos al software que solo utilice el 60% de los datos, obtenemos los siguientes resultados.

Si bien es verdad que nuestros valores de certeza y kappa bajaron, tampoco es que nuestro descenso haya sido tan drástico, como se puede ver se obtuvo un 83.33% y 0.775 respectivamente. Lo cual sigue manteniéndonos dentro de lo aceptable.

Posterior a la validación de los valores, y en base a los resultados que hemos obtenido en WEKA, lo que continua es llevar a cabo la clasificación de todos los segmentos, esto es una vez que validamos la información, ahora la tarea es asignarle a todos y cada uno de los polígonos de segmentación obtenidos en eCognition. Para realizar esto, es necesario repetir el procedimiento realizado anteriormente, desde el apartado de la creación de la base de datos, pero esta vez lo que se hace es generar la base de datos pero todos los polígonos a los cuales no se les asigno una clase, a estos, les calculamos las "Estadísticas de Zona" para todas y cada una de las bandas, y después nos llevamos esa información a Excel y exportamos como delimitados por comas, en formato CSV, para después crear un archivo con extensión .arff, el cual lo mandaremos llamar para que WEKA nos arroje los valores predichos, esto es, en base a los valores de los polígonos de entrenamiento, lo que hace el software, es buscar entre toda la extensa base de datos de los segmentos no clasificados, y asignarles la clase a la cual deberían pertenecer como lo vemos a continuación.

CONCLUSIONES

Si bien es verdad, que los resultados obtenidos durante el análisis estadístico, fue bastante satisfactorio, recordando que se consiguió tener un valor de certeza superior al 80% y un valor Kappa de 0.83, al realizar la revisión de los valores predichos, se puede observar una cierta incongruencia en cuanto a las clases de "AH" y "AG", asentamientos humanos y áreas agrícolas respectivamente, pero también es cierto, que hasta cierto punto la delimitación de estos polígonos de entrenamiento y sobre todo en estas dos clases pudieran contener un alto grado de "basura" puesto que, considero que en el tema de asentamientos humanos, es necesario discriminar caminos e incluso la mayor vegetación posible que pudiera estar dentro

de una ciudad o pueblo, ya que al considerar caminos y jardines como área urbana, lógicamente al software le causara conflicto al momento de discriminar este tipo de características. Por esto creo que debe ser conveniente delimitar solo áreas completamente construidas, sin el menor ruido posible. Y en cuanto al tema de las áreas agrícolas, pues nos encontramos con dos panoramas, aquellas parcelas que cuentan como cultivo y aquellas que no lo cuentan, o bien el software considera a estas últimas como suelo desnudo o bien como área agrícola.

Sin embargo, la metodología me deja con un buen sabor de boca, es una forma más interesante de desmenuzar todo estos procedimientos, ponernos un poco en la lógica del software y entender por qué arroja determinados valores, o incluso solucionar posibles errores que podamos pasar por alto, esto de ir evaluando cada uno de los proceso nos ahorra tiempo.

También es importante considerar el parámetro de escala que seleccionemos al momento de realizar la segmentación porque sin duda alguna este es otro factor importante al llegar a los resultados, de nada nos sirve haber tenido una buena delimitación, buenos valores de kappa, o certeza al identificar las clases, si nuestra segmentación tiene un parámetro de escala muy alto, y que pudiera echar por la borda todos esos buenos números conseguidos.

BIBLIOGRAFIA

Asner, G. P., M. Keller and J. N. M. Silva (2004). Spatial and temporal dynamics of forest canopy gaps following selective logging in the eastern Amazon. Global Change Biology 10 (5): 765-783.

Ayala López, R. (1998). Ecuaciones para estimar biomasa de pinos y encinos en la meseta central de Chiapas, Tesis de Licenciatura en Ingenieria Forestal, División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Chapingo, México.

Bodechtel, J. (Ed.) (1978): Weltraumbild Atlas, Deutschland, Osterreich, Schweiz, Braunschweig, Westermann Verlag.

Bullard, R. K. y Dixon – Gough, R. W. (1985): Britain from Space. An Atlas of Landsat Images, London, Taylor and Francis Ltd.

Chuvieco, E. (1990), Fundamentos de teledección espacial, RIALP, España.

Earth Resources: A Continuing Bibliography with Indexes, NASA, U.S. National Aeronautics and Space Administration, Washington, D.C., 20546, USA.

Foley, J. A., G. P. Asner, M. H. Costa, M. T. Coe, R. DeFries, H. K. Gibbs, E. A. Howard, S. Olson, J. Patz, N. Ramankutty and P. Snyder (2007). Amazonia revealed: forest degradation and loss of ecosystem goods and services in the Amazon Basin. Frontiers in Ecology and the Environment 5 (1): 25-32.

Foody, G., Boyd, D., Cutler, M. 2003. Predictive relations of tropical biomass from Landsat TM data and their tranferability between región. Rem. Sens. Environ. 85, 463-474. Galvan, L., Infante, C., Acuña, L.R.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Nepstad, D. C., A. Varissimo, A. Alencar, C. Nobre, E. Lima, P. Lefebvre, P. Schlesinger, C. Potter, P. Moutinho, E. Mendoza, M. Cochrane and V. Brooks (1999). Large-scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire. Nature 398 (6727): 505-8.

Nepstad, D. C., A. Verissimo, A. Alencar, C. Nobre, E. Lima, P. Lefebvre, P. Schlesinger, C. Potter, P. Moutinho, E. Mendoza, M. Cochrane and V. Brooks (1999). Large-scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire. Nature 398 (6727): 505-508.

Remote Sensing of Natural Resources: A Quartely Literature Review, University of New México, Technology Application Center, Alburquerque, NM87131, USA.

RESORS (Remote Sensing Online Retrieval System), Canadá Center for Remote Sensing, Department of Energy, Mines and Resources, 2464 Sheffield Road, Ottawa, Ontario Kl A0Y7, Canadá. Accesible desde 1990 mediante DATAPAC y RESORS.

Sancho, J. y Chuvieco, E. (1986): Castellón desde el Espacio, Castellón, Caja de Ahorros.

Sancho, J. y Chuvieco, E. (Eds) (1992)

SPACESOFT, Computer Software Management and Information Center, Georgia University. Disponible a través de ESA-IRS y DIALOG.

Taiz L, Zeiger E. (1998). Plant Physiology. Sinauer (Ed), pp. 792

The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

USGS, Servicio Geologico de los Estados Unidos.

IDENTIFICACIÓN DE AHORRO DE AGUA Y ENERGÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS DE RIEGO TIPO VÁLVULAS ALFALFERAS

Gerardo Delgado Ramírez[1], Miguel Rivera González[1], Miguel Palomo Rodríguez[2] y Alan Joel Servin Prieto[3]

[1]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera (CENID RASPA; INIFAP). Canal Sacramento km 6+500. Gómez Palacio, Dgo., México. delgado.gerardo@inifap.gob.mx [2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias; Campo Experimental La Laguna. Matamoros Coahuila.[3] Técnico auxiliar de Investigador del CENID-RASPA, INIFAP

INTRODUCCIÓN

La eficiencia global de riego con aguas subterráneas se compone prácticamente de los siguientes componentes: extracción, conducción, aplicación, requerimiento y uniformidad de distribución (Magaña y Angeles, 2000). Actualmente, no se dispone de una metodología de evaluación que determine en forma conjunta dichas eficiencias, y que además integre la eficiencia electromecánica de los equipos de bombeo de pozo profundo. De obtenerla, permitiría identificar áreas de oportunidad para incrementar o mantener la eficiencia potencial del sistema (desde la extracción hasta la aplicación del agua de riego), reducir el volumen de agua aplicado a los cultivos y el consumo de energía utilizado en los equipos de bombeo de pozo profundo.

A principios del año 2000, los productores de la Región Lagunera comenzaron a adoptar el Sistema de Riego Tipo Válvulas Alfalferas dadas las ventajas que presenta en comparación con su antecesor, el Sistema de Riego de Multicompuertas. La facilidad de manejo y bajo costo en comparación con otros sistemas (aspersión tipo pivote central y goteo), así como los altos niveles de eficiencia (al menos del 80%), son algunas de las ventajas que han favorecido la adopción de este sistema por parte de los productores. Actualmente, se estima que alrededor de 20,000 hectáreas ya cuentan con este sistema y la tendencia indica que esta superficie continuará incrementándose progresivamente. En lo referente a la extracción del agua subterránea, los costos de energía eléctrica son muy elevados debido a bajas eficiencias electromecánicas de los equipos de bombeo (Peña, 1989). El promedio de dichas eficiencias oscila del 36 al 40%, cuando deberían ser superiores al 60%, lo cual influye en altos consumos de energía mayores de 45,000 kw-hr por pozo por mes (CNA, 2002).

El presente trabajo tuvo como finalidad generar una metodología de evaluación de la eficiencia global del riego en sistemas tipo válvula alfalfera, que integre la evaluación de las eficiencias electromecánicas y permita identificar las posibles acciones de mejora en la operación de estos sistemas. Mediante la implementación de esta metodología se busca incrementar o mantener

un nivel de eficiencia que garantice reducciones a los volúmenes de agua aplicado a los cultivos y al consumo de la energía eléctrica de los equipos de bombeo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación de la eficiencia global de riego en sistemas tipo válvula alfalfera se realizó en 1,792 hectáreas, correspondientes a 22 predios ubicados en los municipios de la Región Lagunera de Coahuila y Durango. Además se determinó la eficiencia electromecánica de 58 equipos de bombeo de pozo profundo. La metodología general utilizada consistió básicamente en las siguientes actividades: 1) levantamiento topográfico detallado del área evaluada, 2) muestreo de agua y suelo, 3) determinación de la eficiencia electromecánica de los equipos de bombeo, 4) aforo del sistema de riego, 5) evaluación de la operación del estanque, y 6) pruebas de avance de riego por superficie.

1) Levantamiento topográfico detallado del área evaluada. Para esta actividad se utilizó un aparato GPS Diferencial marca “Trimble”, modelo “R3”, el cual tiene un margen de error en cada punto levantado en campo de ± 1.5 cm, además toda la información que genera está georeferenciada, por lo que, este mismo levantamiento se aprovechó para crear un Sistema de Información Geográfica a Nivel Predio (SIG), para lo cual se utilizaron los siguientes programas computacionales: el “Trimble Business Center” y el “Auto Cad 2010”, el primer programa es ideal para procesar y analizar datos de levantamientos GNSS (Sistema Satelital de Navegación Global) y Terrestres (estación total y nivel) registrados en el campo, y exportarlos a un paquete de diseño. El segundo programa diseña y dibuja en dos y tres dimensiones, y básicamente está orientado a la producción de planos, empleando para ello los recursos tradicionales de grafismo en el dibujo, como: color, grosor de líneas y texturas. También en esta actividad, se determinó la pendiente longitudinal de la melgas o tendidas con un nivel fijo automático, lo que permitió extrapolar la información de las eficiencias de riego a la totalidad del predio y para cada una de las tablas.

2) Muestreo de agua y suelo. Se realizaron muestreos de agua a los pozos profundos con la finalidad de establecer su calidad y clasificarla por sus niveles de salinidad y sodicidad. Para ello se utilizaron los criterios desarrollados por el laboratorio de salinidad de los EEUU de América (Richards, 1954), así como los trabajos de Gupta (1994). Para el caso del suelo, se realizó un muestreo compuesto a diferentes estratos de acuerdo al tipo de textura existente en el predio y sobre todo al cultivo establecido. Se analizaron sus propiedades físicas para determinar su capacidad de retención de agua, y con ello, la programación de los riegos con base al clima local y al tipo de cultivo. Para esto se utilizó el software DRIEGO para estimar

demandas de agua y programar el riego de cultivos en las versiones Coahuila y Durango, el cual fue generado por el personal del CENID-RASPA INIFAP (Catalán, 2005).

3) Eficiencia Electromecánica de los equipos de bombeo. Se evaluaron los equipos de bombeo en base a la metodología descrita en la Norma Oficial Mexicana NOM-006 (1995), la cual se encuentra vigente a la fecha, y trata sobre la eficiencia energética electromecánica en sistemas de bombeo para pozo profundo en operación, y aplica para bombas verticales tipo turbina con motor eléctrico: externo o sumergible, y para intervalo de potencias de 7.5 a 350 hp. La ecuación es la siguiente:

$$E.E. = \frac{(q_v)*(\rho)*(g)*(H)}{(\sqrt{3})*(V)*(I)*(fp)}$$

Donde $E.E.$ es la eficiencia electromecánica (%); q_v es el gasto bombeado (m3 seg^{-1}); ρ es la densidad del agua (kg m^{-3}); g es la aceleración de la gravedad (m seg^{-2}); H es la carga total dinámica de bombeo (m); V la tensión eléctrica (volt); I la corriente eléctrica (amperes); fp el factor de potencia (adimensional).

4) Aforo del sistema de riego. Esta actividad consistió en aforar cada una de las líneas de riego (tubería con válvulas alfalferas) para determinar los gastos de operación, así como la eficiencia de conducción de cada línea y en toda la red, con el objeto de verificar el diseño hidráulico. La eficiencia de conducción debe oscilar entre 90 y 95%; valores menores indican que la distribución, y sobre todo el diámetro de la tubería, no son los adecuados para la operación del gasto (Angeles, 1993). Se utilizó la siguiente ecuación para determinar la eficiencia de conducción.

$$Ef_{cond} = \left[1 - ((Q_i - Q_f)/Q_i)\right]*100$$

Donde Ef_{cond} es la eficiencia de conducción (%); Q_i el gasto de la primera válvula alfalfera de la línea regante (L seg^{-1}); Q_f el gasto de la última válvula alfalfera de la línea regante (L seg^{-1}).

5) Evaluación de la operación del estanque. En esta actividad se realizó un levantamiento topográfico al estanque para determinar sus características hidráulicas como: volumen total de almacenamiento, tirante hidráulico, profundidad y área. Para esto se utilizó la estación total marca SOKKIA modelo SET 610k. Esta información es importante, al igual que el gasto o caudal disponible del predio (gasto de los pozos), y sobre todo el gasto de operación del sistema de riego tipo válvula alfalfera, para realizar un balance con la finalidad de determinar el turno de riego adecuado para aprovechar al máximo el volumen de agua almacenado por día.

6) Pruebas de avance del riego por superficie. Para realizar esta actividad se seleccionó una melga representativa del predio a evaluar, con características similares de textura del suelo, longitud y ancho de melga. Con esta prueba se determinan las eficiencias de aplicación, requerimiento y uniformidad de distribución del agua de riego, que conjuntamente con las eficiencias de extracción y conducción, conforman la eficiencia global del riego. Con la información recabada en campo se ejecuta el software llamado SIRMOD II, generado en la Universidad Utah State E.E.U.U. (Walker, 1999), el cual simula el avance de riego en la melga o tendida y por lo tanto nos indica la eficiencias con la que está trabajando actualmente, en base a la textura del suelo, gasto disponible, tipo de cultivo, largo y ancho de melga, pendiente longitudinal, rugosidad del terreno, etc. Para la obtención de estos datos en campo se realizó el siguiente procedimiento: i) determinación del ancho, largo y pendiente de la melga o tendida, ii) toma de tiempo del avance de riego en la melga seleccionada, iii) aforo del sistema de riego (válvula alfalfera), iv) captura de la información al software (SIRMOD) y v) análisis de la información.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En una primera instancia, se describen los resultados de las eficiencias electromecánicas de un total de 58 equipos de bombeo de pozo profundo. Posteriormente, se presentan los resultados de las eficiencias globales de riego encontradas en los sistemas tipo válvulas alfalferas.

Eficiencia Electromecánica

De acuerdo a las evaluaciones realizadas a 58 equipos de bombeo, le eficiencia electromecánica promedio fue del 51%, con un rango de variación de 14 al 72%. En base a esta información, se puede considerar elevada la eficiencia promedio, pero solamente 14 equipos están operando dentro del rango óptimo señalado por la NOM-006 (Figura 1). Sin embargo, se puede incrementar la eficiencia al resto de los equipos con base a lo establecido en la NOM-006, al incrementar éstas eficiencias mediante las recomendaciones generadas por la evaluación, se puede lograr un ahorro promedio del 15.3% en el costo de la energía eléctrica por equipo de bombeo. Esto equivale, si consideramos que los 44 equipos operan las 24 horas durante todo un mes, a dejar de consumir poco más de 302,000 Kw-hr, lo que se traduce a un ahorro de $144,960.00 pesos mensuales considerando la tarifa 9 CU.

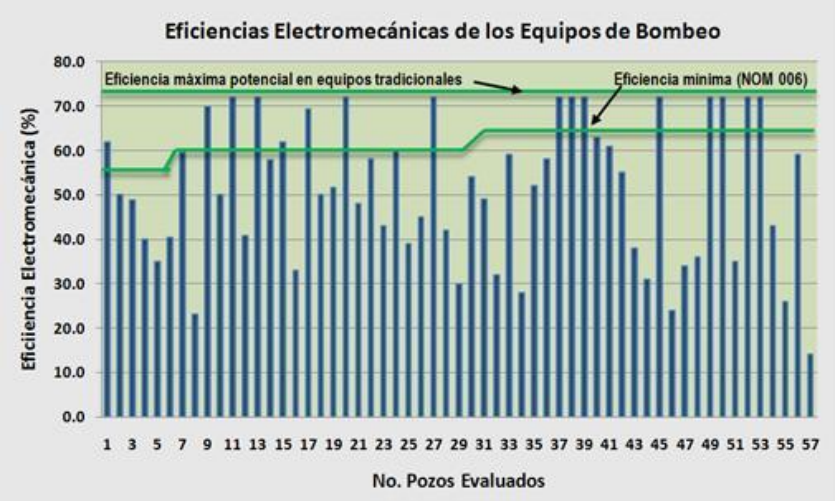


Figura 1. Resultados de 58 equipos de bombeo de pozo profundo evaluados con respecto a la eficiencia electromecánica.

Eficiencia global del riego en sistemas tipo válvulas alfalferas

En el cuadro 1 se presentan los valores promedio de las cuatro eficiencias evaluadas en los sistemas tipo válvulas alfalferas, así como los valores máximos y mínimos encontrados en 1,792 hectáreas correspondientes a 22 predios agrícolas.

Cuadro 1. Valores mínimos, máximos y promedio de las eficiencias globales de riego, correspondientes a 1792 hectáreas.

Tipo de Eficiencia	Mínima	Máxima	Promedio
Eficiencia de Conducción	83.0	98.0	93.1
Eficiencia de Aplicación	52.3	100.0	90.0
Eficiencia de Requerimiento	61.0	100.0	83.3
Uniformidad de Distribución	60.0	97.4	89.6
Eficiencia Global	41.0	78.0	61.2

Del cuadro anterior, se puede establecer que la eficiencia de conducción oscila entre el 83 y 98%, con un promedio de 93.1%. Esto nos indica que el diseño hidráulico de los sistemas de riego instalados es el adecuado para la conducción del agua, con solo una excepción de los 22 sistemas analizados, el resto presenta valores adecuados y dentro del rango establecido desde el punto de vista hidráulico.

En cuanto a la eficiencia de aplicación, ésta tiene un valor promedio de 90%, oscilando entre 52.3 y 100%, esta eficiencia nos indica la pérdida de agua más allá de la zona radicular cuando

su valor es menor al 100%. De los sistemas evaluados, solo en siete casos los valores son menores al 100%, en tanto que en los 15 restantes, sus valores son prácticamente cercanos o iguales al 100%.

En el caso de la eficiencia de requerimiento, el promedio alcanza el 83.3%, oscilando entre el 61 y 100%. Estos valores indican que se están aplicando menores cantidades de agua que las requeridas por los cultivos para que éstos alcancen su máximo desarrollo. En cuanto a la uniformidad de distribución, ésta tiene un promedio de 89.6%, oscilando entre el 60 y 97.4%. Al igual que las dos anteriores, esta eficiencia se puede incrementar básicamente con dos acciones: la primera se refiere a la programación de tiempos de riego en función a las necesidades hídricas del cultivo para cada etapa fenológica; y la segunda acción corresponde a la supervisión de la nivelación del terreno.

Finalmente, la eficiencia global de los sistemas de riego tipo válvulas alfalferas, en las 1,792 hectáreas evaluadas, es de 61.2% oscilando entre 41 y 78%. Esta eficiencia se refiere al desempeño del sistema, pudiendo ser incrementada al 80% siguiendo prácticamente las siguientes recomendaciones generales, como: i) aplicar todo el gasto parcelario en una sola melga; siempre y cuando el gasto unitario sea menor de 6 $lps.m^{-1}$ de ancho de melga, ii) aplicación de la lámina de riego neta requerida por el cultivo en cada etapa fenológica, iii) la supervisión de la nivelación del terreno y iv) mediante la capacitación continua al personal que opera los sistemas de riego sobre el manejo eficiente del agua de riego parcelario.

CONCLUSIONES

La evaluación de la eficiencia global del riego en sistemas tipo válvula alfalfera permite identificar áreas de mejora para incrementar o mantener la eficiencia potencial del sistema de riego, y a su vez reducir los volúmenes de agua aplicados a los cultivos y los costos de energía eléctrica generados por el uso de equipos de bombeo de pozo profundo.

BIBLIOGRAFÍA

Angeles, M. V. 1993. Riego por Tuberías de Baja Presión. In: Primer Diplomado de Ingeniería de Riego. CNA-IMTA-Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.

Catalán, V. E. A. 2005. Aplicación Computacional en Red para la Estimación de las demandas de Agua y la Calendarización de los Riegos de los Cultivos en los Distritos de Riego del País. AGROFAZ 5.

CNA. 2002. Uso Pleno de la Infraestructura Hidroagrícola. http://www.cna.gob.mx/portal/switch.asp?param=3071180.

Gupta, R.J. 1994. Growndwater Quality for Irrigation. In: Salinity Management for Sustainable Agricultura. D.N.L. Rao, N.T. Singh, R.K. Tyagy(eds) Karnal India Center Soil Salinity Research Institute.

Magaña, S. G., y Angeles, M.V. 2000. Diseño de Redes Pequeñas con Tubería de Baja Presión. Manual para Diseño de Zonas de Riego Pequeñas del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). Jiutepec, Morelos, México.

Norma Oficial Mexicana. NOM-006-ENER-1995. Eficiencia Energética Electromecánica en Sistemas de Bombeo para Pozo Profundo en Operación. http://www.sener.gob.mx/res/Acerca_de/nom-006-ener-95.pdf.

Peña, S. E. 1989. Eficiencias Electromecánicas de los Equipos de Bombeo y de las condiciones Hidráulicas en los Pozos. Ingeniería Hidráulica en México.

Richards, L. A. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA Agricultural Handbook. Salinity Laboratory in the United States. Riverside, California.

Walker, R. W. 1999. Surface Irrigation Simulation, Evaluation and Design User's Guide and Technical Documentation (SIRMOD II). Department of Biological and Irrigation Engineering Utah State University. Logan Utah, E.E.U.U.

USO DE ESTACIONES AGRO-CLIMÁTICAS Y EL RIEGO EN NOGAL PECANERO

Guillermo González Cervantes[1], Jesús Arcadio Muñoz Villalobos[1], Miguel González Rivera[1] y María del Carmen Potisek Talavera[1]

[1]Investigadores del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera, INIFAP. Gómez Palacio, Durango. México.
gonzalez.guillermo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Las estaciones agroclimáticas son un instrumento para monitorear en periodos cortos el microclima atmosférico y edáfico que impera alrededor de las plantas y, posteriormente, almacenar la información en tiempos predefinidos en una base de datos propia de cada estación. La información de las diferentes variables atmosféricas medidas mediante las estaciones agroclimáticas puede ser integradas a ecuaciones, desarrolladas a partir de años de observación, que modelan o estiman procesos de interés agrícola. En el caso de nogal pecanero (*Carya illinoensis K*), la información atmosférica, puede aplicarse en cuestiones de pronostico y prevención de plagas considerando la temperatura (horas calor) acumulada que favorece a la multiplicación de insectos dañinos, o bien, para el monitoreo de acumulación de frió (horas frió) que favorece la producción de nuez, y para estudiar la influencia del clima sobre el cultivo. Sin embargo, la aplicación que ha tenido mayor trascendencia es para determinar la evapotranspiración y, posteriormente, programar y operar el riego en el momento oportuno, que actualmente es denominado riego a tiempo real (Ochoa *et al.,* 2006; Chávez, 2007).

En el nogal pecanero, el manejo del agua es uno de los principales factores que permite incrementar o mantener la producción y calidad de nuez a través de los años. El manejo del agua se fundamenta en el uso de indicadores de riego que utilizan alguna propiedad del suelo o de la planta relacionada con el estrés hídrico para definir el momento oportuno del riego. La mayoría de los trabajos de investigación en uso y manejo del agua en nogal pecanero fueron planteados a partir de indicadores edáficos, en el cual se hace mención de los niveles óptimos de humedad aprovechable en el suelo permitidos por el cultivo durante las diferentes etapas fenológicas. Cuando el suelo tiene bajos niveles de humedad, con respecto a los niveles permisibles por el cultivo, impactará negativamente en el desarrollo de la planta y, consecuente, en el crecimiento y desarrollo del fruto (Herrera, 1990; Godoy *et al*., 2000a).

La metodología del balance de humedad en el suelo, fundamentada en las entradas y salidas de agua en el perfil del suelo ocupado por las raíces del cultivo, permite estimar indirectamente la humedad presente en el suelo y su cambio a través del tiempo. Este método, una vez determinado y calibrado cada uno de sus componentes ha generado resultados satisfactorios

en áreas considerables en otros cultivos. Tomando en consideración lo expuesto anteriormente, el objetivo del estudio fue cuantificar los componentes del balance de humedad del suelo que permitan programar el riego, partiendo del monitoreo atmosférico mediante estaciones agroclimáticas telemétricas.

MATERIALES Y MÉTODO

Estaciones agroclimáticas

Este estudio tiene que ver con datos del ambiente atmosférico correspondiente al ciclo agrícola 2005, de las subregiones cuenca media y baja del río Nazas, entre los estados de Coahuila y Durango. Para realizar monitoreo atmosférico, actualmente, el CENID-RASPA INIFAP se apoya en tres estaciones agroclimáticas telemétricas o autónomas de marca Davis, Motorola y Adcon, distribuidas espacialmente de la siguiente manera: dos estaciones en la cuenca baja; Davis instalada en condiciones estándar al cultivo de referencia y Motorola instalada en condición no estándar. La primera se localiza en coordenadas 25º35'18'' de latitud norte, 103º27'01'' de longitud oeste y 1129 m.s.n.m. (CENID-RASPA), la segunda se localiza en coordenadas 25º37'02'' de latitud norte, 103º24'11'' de longitud oeste y 1126 m.s.n.m. (P.P. Las Villas, Torreón Coah.). En tanto, en la cuenca media se encuentra instalada en condiciones estándar al cultivo de referencia la estación Adcon, ubicada en coordenadas 25º14'43'' de latitud norte, 104º07'06'' de longitud oeste y 1243 m.s.n.m. (P.P. Santa Bárbara, Nazas Dgo).

Las estaciones están equipadas con sensores electrónicos de misma marca; excepto para la estación motorola, la marca de sensores es decagon ECH2O. Estos sensores miden temperatura del aire, humedad atmosférica, velocidad y dirección del viento, radiación solar y precipitación pluvial a una altura de 2 m sobre el nivel del suelo, y temperatura de suelo a 30 cm de profundidad. Las estaciones están programadas para registrar las variables atmosféricas en periodos de minuto y considerar el promedio de 15 registros, es decir cada 15 minutos, para su almacenamiento en una base de datos local, propia de cada estación.

El método del balance de humedad en el suelo

El método del balance de agua o de humedad del suelo, consiste en realizar un balance riguroso a través del tiempo de los componentes relacionados con el cambio en el contenido de humedad en el perfil de suelo ocupado por las raíces del cultivo. Partiendo del principio del balance del agua en la naturaleza, una forma de expresar el balance de agua en el suelo (*Bh*) es considerando las salidas (S) y entras (E) del sistema, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$Bh = S(\uparrow) - E(\downarrow) \quad (1)$$

Para zonas áridas y balances diarios de agua en el suelo, se puede presentar de manera simplificada. Considerando únicamente a la evapotranspiración del cultivo salidas del sistema y a la precipitación pluvial efectiva entradas al sistema.

Evapotranspiración del nogal pecanero

El método empleado para determinar indirectamente el consumo hídrico del cultivo es la recomendada por la FAO (Allen *et al.,* 1998), donde la evapotranspiración del cultivo (ET_c) se estima en función de evapotranspiración de referencia (ET_0), la cual es corregida por un coeficiente de cultivo (K_c) específico para cada especie agrícola:

$$ET_c = ET_0 * K_c \quad (2)$$

La evapotranspiración de eferencia, es aquella que ocurre en una superficie sin restricciones de agua, donde dicha superficie corresponde a un cultivo hipotético de pasto o alfalfa con características específicas. Los únicos factores que afectan ET_0 son los parámetros climáticos, por lo tanto, ET_0 es también un parámetro climático que puede ser calculado a partir de datos atmosféricos. Para determinar la ET_0 se consideró la ecuaciones de Penman-Monteith FAO (ecuación 1), ampliamente usada y recomendada por la FAO como método estandarizado para este cálculo. La información atmosférica registrada durante el año 2005, utilizada para calcular la ET_0 en periodos diarios fueron: radiación solar, temperatura del aire, humedad relativa atmosférica y velocidad del viento a 2 m de altura sobre la superficie del suelo.

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad (1)$$

Por otro lado, en el caso específico del nogal pecanero, las investigaciones coinciden en que el consumo de agua a partir del tercer año depende del diámetro de tronco, del número de árboles por hectárea, de la etapa fenológica del cultivo y de la localización espacial de la huerta (Miyamoto, 1983; Worthington *et al,* 1992; Godoy *et al,* 2000b). Por esta razón, el K_c se obtuvo utilizando ecuaciones (cuadro 1) que operan con el diámetro de tronco, densidad de árboles por hectárea y días grados crecimiento (DGC) determinados con temperatura del aire registrada para cada estación. Estas ecuaciones se definieron mediante regresión lineal de tipo polinomial por Miyamoto (1983), posterior al análisis de humedad del suelo en huertos de nogal pecanero con diferente densidad de plantación y longevidad (diámetro del tronco).

Cuadro 1. Ecuaciones para calculo de K_c en nogal pecanero (Miyamoto, 1983).

d*N (cm ha^{-1})	Ecuación
1000 K_c =	1.76E-01 + 5.69E-05(DGC) + 1.40E-07(DGC)^2 - 6.21E-11(DGC)^3
2000 K_c =	2.46E-01 + 3.05E-04(DGC) + 4.61E-07(DGC)^2 – 2.97E-10(DGC)^3
3000 K_c =	3.16E-01 + 5.31E-04(DGC) + 7.24E-07(DGC)^2 – 4.84E-10(DGC)^3
4000 K_c =	2.93E-01 + 1.11E-03(DGC) + 1.85E-07(DGC)^2 – 3.23E-10(DGC)^3

d = diamtro de tronco en centimetros, N = número de arboles por hectara, DGC = días grados crecimiento

Para efectos de este trabajo, se consideró los siguientes datos agronómicos: Árboles de 30 años de longevidad con diámetro de tronco de 40 cm y una densidad de plantación de 70 árboles por hectárea. Un suelo arcilloso a una profundidad de raíces de 1 m, con las siguientes propiedades físicas: capacidad de campo de 43%, punto de marchitez permanente de 26% y densidad aparente de 1.25 gr cm^{-3}.

Precipitación efectiva

Su estimación ha sido sujeta a una diversidad de estudios, sin embargo debido a la complejidad, la precipitación o lluvia efectiva (P_e) se estima mediante funciones empíricas ($P_e \geq$ 5.1 mm) derivadas de análisis estadísticos de precipitación (Cahoon *et al*., 1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cálculo de los componentes del balance de humedad del suelo

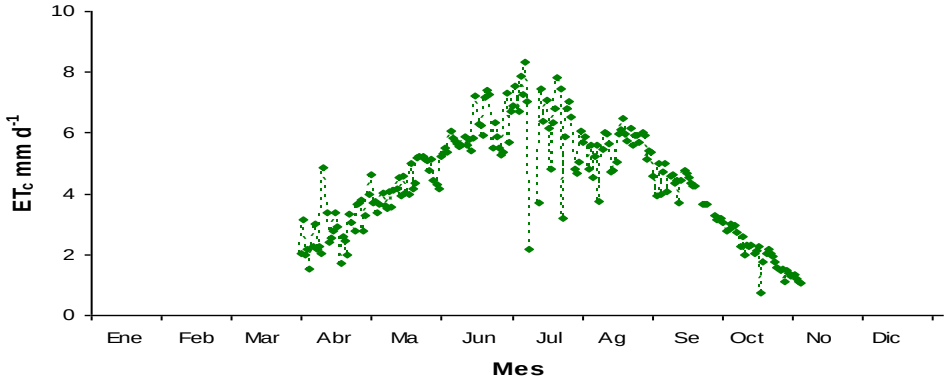
Evapotranspiración del nogal pecanero

Con base en la información agronómica del cultivo, se utilizó la ecuación kc 3000 del cuadro 1 y, se aplicaron a esta, los DGC determinados a partir de la temperatura del aire registrada en periodos diarios para cada estación. El K_c resultante, por mencionar algunos datos, fueron de 0.3, 0.8, 1.2 y 0.7 para etapas fisiológicas de brotación, crecimiento de la nuez, llenado de almendra y apertura del ruezno, respectivamente.

Con las variables atmosféricas, medidas en las estaciones automáticas descritas, se estimo el consumo hídrico de nogal para el ciclo agrícola 2005 (Figura 1). Para la cuenca baja, se observa una ET_c inferior a 3.5 mm d^{-1} durante el mes de abril, que corresponde a la etapa fenológica de crecimiento del brote y floración. Posteriormente, la demanda de agua por el cultivo se incrementa, alcanzando una máxima demanda de 7.5 mm d^{-1} durante los meses de

junio y julio, que corresponde a la etapa de crecimiento de la nuez. Enseguida disminuye de 7.5 hasta 4 y 2 mm d^{-1} para los meses de septiembre y octubre, respectivamente, que correspondiente al llenado de la almendra y apertura del ruezno. Mientras tanto, para la cuenca media, el comportamiento en la demanda hídrica manifestó ligeras diferente con respecto a la parte baja de la cuenca, para ese mismo año de observación; es decir, los valores de ET_c fueron de 2.5 mm d^{-1} para el mes de marzo (brotación), alcanzando su mayor incremento en la demanda hídrica hasta de 5.6 mm d^{-1} durante los meses de junio y julio. Posteriormente disminuye a 3.5 y 2 mm d^{-1} para los meses de octubre y septiembre (llenado de almendra y apertura del ruezno).

cuenca baja



cuenca media

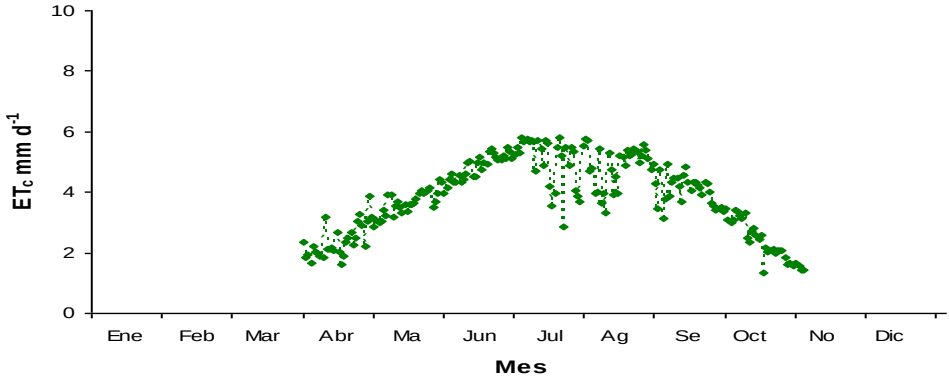


Figura 1. Comportamiento de ET_c en la cuenca media y baja del río Nazas.

El comportamiento del patrón de la evapotranspiración del nogal pecanero, se observa parecido en ambas partes de la cuenca, sin embargo, ligeramente superior para la cuenca baja. Esto significa que la aplicación en cantidad (volumen o lámina) y tiempo (intervalo entre riegos) será diferente para cada subregión estudiada, esto obedece a las condiciones atmosféricas que prevalecen para cada una de estas.

Precipitación efectiva

Las lluvias registradas durante el periodo enero-diciembre de 2005 fue de 167.1 para el sitio ubicado en la cuenca baja mientras en el sitio ubicado en la cuenca media fue de 223.9 mm, teniendo el mayor aporte de agua por efecto de la lluvia durante el mes de julio y agosto en ambas zonas de la cuenca, además coincide este periodo con el llenado de almendra, fase fisiológica del árbol en la cual es crucial mantener en condiciones adecuadas la humedad del suelo para el cultivo. Sin embargo, a decir de las cifras pluviométricas correspondientes al año 2005 comparado contra la de datos históricos de cada región, se manifiestan ampliamente inferiores al promedio histórico, lo que indica un año "seco".

A decir de la cantidad, distribución y frecuencia de la lluvia, favorecen al sitio ubicado en la cuenca media. En la figura 2 se observan un número limitado de eventos con precipitación efectiva para la cuenca baja, por lo contrario, mayor número de eventos con precipitación efectiva para la cuenca media, esto considerando como P_e los eventos de lluvia mayor a 5.1 mm.

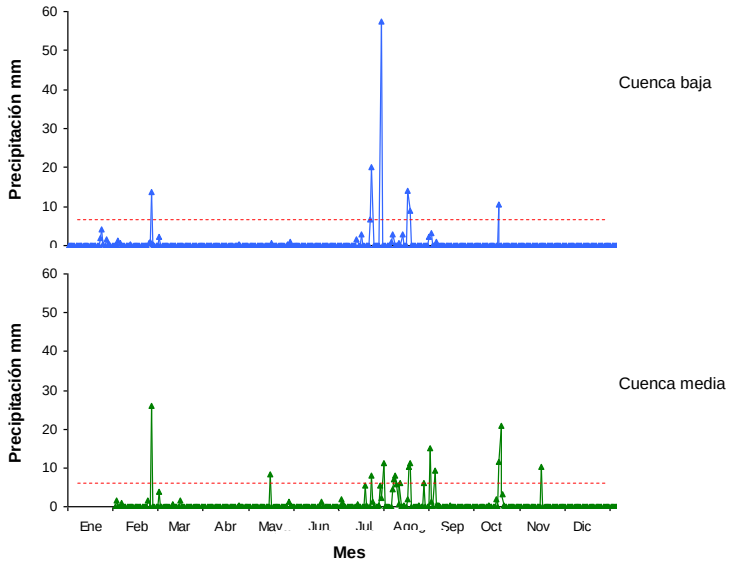


Figura 2. Precipitación para el año agrícola 2005.

Programación del riego utilizando el balance de humedad

Para la programación del riego, una vez determinados los componentes del balance de humedad en periodos diarios, es necesario identificar la humedad mínima tolerable durante las diferentes etapas fisiológicas del cultivo. En nogal pecanero, para determinar la humedad mínima permisible o punto de recarga del riego, es importante mantener una fracción de

abatimiento (*f*) de humedad aprovechable no mayor al 50%, 35%, 25% y 50% durante la etapas fisiológicas de brotación, crecimiento de la nuez, llenado de almendra y apertura del pericarpio, respectivamente (Godoy *et al*., 2000b).

Partiendo con un valor del contenido de humedad inicial medido directamente en el terreno al inicio del ciclo vegetativo (antes de brotación). El cambio (Δ) en el contenido de humedad en un día *i* (θ_i), se calcula restando a la humedad residual del día anterior (θ_i) la humedad del suelo al final del día *i* (θ_{i-1}), con la siguiente ecuación:

$$\Delta\theta_i = \theta_i - \theta_{i+1} \quad (2)$$

La θ_{i+1} estará en función del balance de agua durante el día, es decir, de la ET_c, P_e y del riego. Así, cuando se presenta una precipitación efectiva la humedad del suelo se incrementa, o bien, después de cada riego el suelo debe alcanzar la humedad a capacidad de campo (cc). Por lo contrario, cuando el suelo pierde humedad por efecto de la evapotranspiración, la humedad del perfil del suelo empieza a descender. Sin embargo, para no afectar al cultivo, la humedad residual no debe descender por debajo de la humedad mínima permisible por éste, por lo tanto se debe verificar que:

$$\theta_c \geq \theta_i \quad (2)$$

En la figura 3, se presenta un ejemplo del balance de agua en el suelo, partiendo de un valor de θ_i posterior a un riego a capacidad de campo. Este ejemplo fue realizado con datos de cultivo y clima corresponden a los citados con anterioridad y para cuenca baja del río nazas, específicamente durante el periodo mayo-julio (entre las etapas de crecimiento de nuez y llenado de almendra). Este cuadro, el riego es mandado a intervalos de entre 11 (al 65% de HA) y 10 días (al 75% de HA) cuando no hay precipitaciones que impacten en la humedad del suelo, pero, si esto ocurre los intervalos de riego se prolongan según la magnitud del evento lluvioso. En este sentido, un estudio realizado por Godoy *et al*., (2005) en la cuenca baja para circunstancias de cultivo y suelo similares a las planteadas en este trabajo, encontró que intervalos de riego no mayores a 14 días (al 75% de HA) mantienen una condición hídrica adecuada, lo que permite mejor crecimiento de la almendra, velocidad en la acumulación de peso seco, altos porcentajes de almendra y tiene un efecto positivo en la apertura del pericarpio.

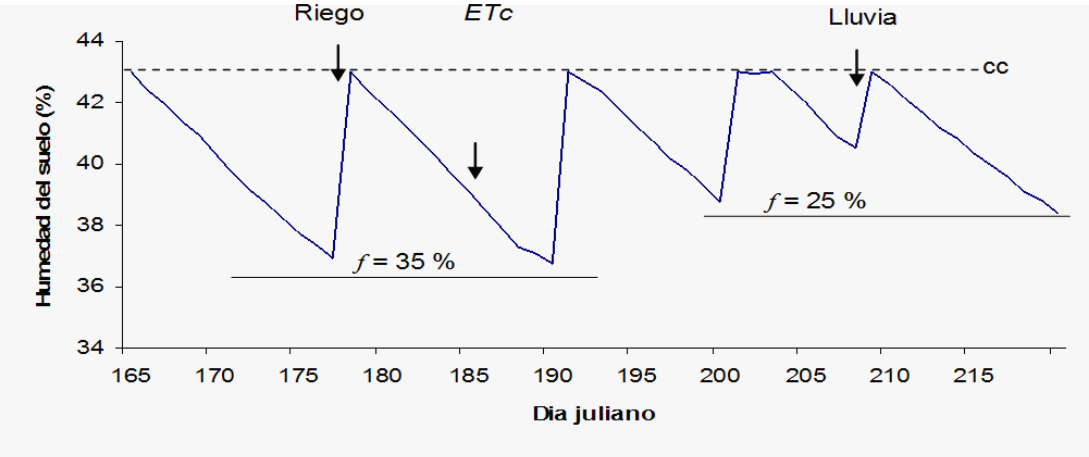


Figura 3. Abatimiento de la humedad del suelo.

CONCLUSIONES

El uso de estaciones agroclimáticas telemétricas permitió registrar, manejar y usar variables atmosféricas eficientemente, con el propósito de determinar y aplicar en el momento oportuno la demanda hídrica del nogal pecanero. Por lo anterior, las estaciones son una herramienta de diagnóstico que permite tomar decisiones convenientes sobre el aporte de agua a los cultivos, en este caso al nogal pecanero. Una programación apropiada del riego no solo permitirá mantener una disponibilidad de agua en el suelo, sino también permitirá un incremento en la eficiencia del agua de riego y de energía, considerando que el 97 % del área cultivada con nogal se riega con agua extraída del subsuelo. Así también, esta herramienta podría jugar un papel importante en la administración de los recursos hídricos a nivel de cuenca.

BIBLIOGRAFIA

Allen, R.G., L. Pereira, D. Raes y M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration: Guidelinesfor computing crop requirements. Irrigation and Drainage Paper No. 56, FAO, Rome, Italy.

Cahoon, J., J. Fergunson, D. Edwards, y P. Tacker. 1990. A microcomputer based irrigation scheduler for the humid mid-south region. Vol. 6:289-295.

Chávez R., E. 2007. Aproximación del riego en tiempo real; a partir de variables agroclimáticas (caso de estudio nogal pecanero). Tesis Maestría en Ciencias, UAAAN-UL. p 119-120.

Godoy A., C., Z. Xopiyaxtle J., I. Reyes J. y C.A. Torres E. 2005. Comportamiento hídrico de hojas y frutos de nogal pecanero y su relación con la calidad y germinación de fruto. Revista Interamericana Terra, Vol. 23 Num. 4.

Godoy A., C. e I. López M. 2000a. Desarrollo de la almendra y germinación del fruto del nogal pecanero bajo cuatro calendarios de riego. Revista Interamericana Terra, Vol. 17 Num. 4.

Godoy A., C., I. Reyes J., C.A. Torres E., M.V. Huitrón R., J. Cristian Ch. y J. Morales V. 2000b. Tecnología de riego en nogal pecanero. Libro científico nº 1. INIFAP.

Herrera, E. 1990. Fruit growth and development of Ideal and Western pecans. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115: 915-923.

Miyamoto, S. 1983. Consumptive water use of Irrigated Pecans. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108(5): 676-68.

Ochoa del T., D., G. González C., A. Dzul L. y J. Gutiérrez C. 2006. Sistema informático en red para estaciones climáticas; una aproximación de una agricultura de precisión. XIV Congreso internacional nogalero. Torreón Coah.

Worthington J.W., Lasswell, J.L.A. Stein and M.J. Mc. Farland. 1992. Now that you`ve decided to irrigate… How?....How much?...When ?. ..Pecan South. 22: 6-18.

ACUMULACIÓN DE MANGANESO EN SUELOS CULTIVADOS CON ALFALFA E IRRIGADOS CON AGUA RESIDUAL Y BOMBEO PROFUNDO

Miguel Palomo-Rodríguez[1], Alán Joel Servín Prieto[2], Gerardo Delgado Ramírez[3], Miguel Rivera González3 y Palmira Bueno Hurtado [3]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias; Campo Experimental La Laguna. Matamoros Coahuila. [2] Técnico auxiliar de Investigador del CENID-RASPA, [3]INIFAP-Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera, Gómez Palacio Durango. palomo.miguel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Todas las rocas de la corteza terrestre contienen manganeso (Mn) en concentraciones generalmente mucho más altos que los de otros oligoelementos. El contenido total de Mn de los suelos varía ampliamente de trazas a 10 ppm; numerosos estudios han demostrado que el Mn del suelo existe principalmente en dos formas: como catión divalente Mn^{2+} (soluble, móvil, y fácilmente disponible) y como catión tetravalente Mn^{4+} (prácticamente insoluble, no móvil, y no disponible), tal como lo destaca Aubert y Pinta (2007).

La biogeoquímica del Mn en los suelos es compleja, ya que está presente en varios estados de oxidación (0, II, III, IV, VI y VII), mientras que en los sistemas biológicos se produce preferiblemente como II, III y IV. El estado divalente (Mn II) es la especie más solubles de Mn en el suelo, mientras que la solubilidad de Mn y Mn III IV es muy baja (Guest *et al.,* 2002). Los óxidos de Mn pueden formar co-precipitados con hierro (Fe) óxidos y exhiben un comportamiento anfótero. Además, Mn interactúa tanto con cationes y aniones en reacciones de oxidación-reducción que implican Mn. Estas reacciones son influenciados por una variedad de factores físicos, químicos y procesos microbiológicos (Bradl, 2004).

Las condiciones de pH y redox influyen en la biodisponibilidad del Mn en los suelos (Marschner, 1995; Porter *et al.,* 2004); el Mn es muy soluble a valores de pH menores a 5.5 unidades y cuando se presenta un aumento del potencial redox del Mn, los óxidos se pueden reducir fácilmente en los sitios de intercambio del suelo (Kogelmann y Sharpe, 2006). La solubilidad del Mn decrece en la medida que el pH del suelo aumenta a valores mayores de 6 tal como lo destaca Godo y Rerisenauer (1980).

Adicionalmente el Mn es un elemento esencial para las plantas, ya que interviene en varios procesos metabólicos, principalmente en la fotosíntesis y una enzima antioxidante, sin embargo, un exceso de este micronutriente es tóxico para las plantas (Millaleo *et al.,* 2010); la fitotoxicidad por Mn se manifiesta en la reducción de la biomasa y la fotosíntesis, además de trastornos bioquímicos tales como estrés oxidativo, tal como lo demuestran estudios sobre toxicidad,

donde la translocación del suelo a las células vegetales tienen forma Mn^{2+} demostrado su importancia en virtud de bajo pH y condiciones de potencial redox en el suelo.

Si el pH del suelo es inferior a ocho, hay suficientes reservas de Mn^{3+} en el suelo, que los microorganismos son capaces de regular, oxidándolo a Mn^{4+} o reduciéndolo a Mn^{2+}. Con valores de pH próximos a la neutralidad, el Mn^{3+} es abundante y los microorganismos del suelo pueden conseguir que funcione como una buena reserva de Mn^{2+}, que es soluble y está disponible para las raíces de las plantas. No obstante, algunos microorganismos como *Aspergillus versicolor* de los suelos calizos, pueden inhibir las formas asimilables de Mn. En los suelos marcadamente ácidos, todo el manganeso se encuentra como Mn^{2+}, que dada su gran solubilidad, puede llegar a producir toxicidad en las plantas.

En el Valle de Juárez Chihuahua se ha utilizado agua residual por varias décadas; ésta fuente de abastecimiento, es mezclada con agua del Río Bravo y agua de bombeo profundo, ésta última de naturaleza altamente salina y con concentraciones variadas de Mn; estudios previos destacan un alto valor nutrimental del agua residual y residual mezclada (Palomo-Rodríguez *et al.,* 2007), así como variaciones en una diversidad de parámetros fisicoquímicos, bacteriológicos (Palomo-Rodríguez y Figueroa, 2006), carga orgánica (Palomo-Rodríguez y Figueroa, 2006a), metales pesados y metaloides que la constituyen (Palomo-Rodríguez y Figueroa, 2007); en las investigaciones destaca la presencia importante de Mn en las fuentes de riego que corresponden a agua residual, residual mezclada, pero los valores de mayor importancia corresponden a bombeo profundo.

El objetivo del presente estudio fue valorar la acumulación de manganeso total en suelos cultivados con alfalfa y que son irrigados con agua residual y bombeo profundo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue realizada a lo largo del Valle de Juárez Chihuahua, localizado en la frontera con Estados Unidos y limitado por el Río Bravo; el desarrollo de la investigación se realizó previo a la operación de las plantas de tratamiento de agua residual en Ciudad Juárez. La investigación fue dividida en dos partes; la primera consistió en caracterizar la concentración de Mn en agua de bombeo profundo, agua residual y residual mezclada. La segunda etapa de estudio consistió en valorar la presencia de Mn en los suelos que corresponden a trece lotes de alfalfa bajo producción.

Para valorar la naturaleza del problema de Mn en el agua de bombeo profundo, fueron seleccionados aleatoriamente seis pozos dentro del DR-009 para las localidades San Isidro, El Millón, Guadalupe y Praxedis (3), donde se realizaron tres muestreos trimestrales. Adicionalmente se monitoreó mensualmente el agua residual cruda y residual-mezclada,

durante el periodo abril-septiembre, en las localidades San Isidro, Tres Jacales, Guadalupe, Praxedis y San José de Paredes.

En todos los casos las muestras fueron colectadas por triplicado en recipientes de plástico y preservadas en HNO_3 grado suprapuro 1:1 para asegurar un pH < 2 y transportadas en ambiente de 4°C (APHA-AWWA-WPCF, 1992). El Mn fue determinado en emisión de plasma ICP (método de referencia 200.7 EPA/3120B SM) NOM-AA-020-1997; los resultados se compararon con los límites máximos permisibles (LMP) para su uso agrícola, establecidos por la Normatividad Mexicana y por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de Estados Unidos (US-EPA, 1972).

Fueron seleccionados trece lotes de alfalfa, de los cuales cuatro lotes son irrigados con pozos de bombeo profundos y nueve lotes son irrigados con agua residual cruda y agua residual mezclada. Los lotes de alfalfa que son regados con agua de bombeo profundo, se ubican en las localidades San Agustín, Caseta, Lomas Altas de Guadalupe y Porvenir.

Los lotes de alfalfa regados con agua residual y residual mezclada corresponden a las localidades Loma Blanca (2), San Isidro (2), Jesús Carranza, Juárez y Reforma, Placitas, Fronteras, además de Colonia Esperanza. Se realizaron muestreos del suelo a las profundidades 0-5, 5-15 y 15-30 cm de profundidad, para ello se utilizaron espátulas de plástico para conformar un pozo rectangular del suelo y sobre el perfil del mismo fueron colectadas las muestras a las profundidades señaladas. Los suelos fueron secados, mullidos y tamizados con material plástico.

Para el análisis del contenido total de Mn en las muestras de suelo, se siguió el método 3051A de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US-EPA, 1998), donde se utiliza HNO_3 y HCl para la digestión de las muestras, para ello se utilizó una plancha acondicionada dentro de una campana de extracción. La determinación del contenido total de Mn se llevó a cabo mediante espectrofotometría de absorción atómica (EAA) y los resultados se expresaron en mg kg^{-1} de suelo seco. Finalmente se determinó la granulometría de cada muestra de suelo, para caracterizar el porcentaje de arena, limo y arcilla (Castellanos *et al.,* 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Manganeso en agua de bombeo profundo

El Mn presenta una concentración promedio de 1.11 mg L^{-1} para seis pozos, muy por arriba de lo establecido por el LMP señalado por US-EPA (1972), ya que en tres muestreos realizados trimestralmente, se excede al LMP en nueve ocasiones. El muestreo de reconocimiento para seis pozos de bombeo con presencia de Mn, se indica en el Cuadro 1, donde se tiene una

amplia variación en las concentraciones de éste elemento. Los mayores valores de Mn se ubican aguas abajo del distrito de riego, a partir de Guadalupe D. B., así como Praxedis, G. Gro. El pozo de bombeo ubicado en lo que fue la instalación del INIFAP-Campo Experimental Valle de Juárez, presenta concentraciones muy altas de Mn que se encuentran en el intervalo 4.33 y 4.318 mg L^{-1}, donde se excede a lo establecido por la norma (US-EPA, 1972) y que corresponde a 0.20 mg L^{-1}. Las menores concentraciones de este elemento, para agua de bombeo profundo, se localizan en El Millón (3 sitios) y San Isidro (1 sitio) y los valores encontrados en estas localidades, son menores a lo que establece el LMP.

Cuadro 1. Presencia de manganeso en agua de bombeo profundo para el riego agrícola del Valle de Juárez Chihuahua, en diversas localidades.

Localidad	**Manganeso en agua de bombeo profundo (mg L^{-1})**		
	Primer muestreo	**Segundo muestreo**	**Tercer muestreo**
San Isidro	0.132	0.099	0.115
El Millón	0.020	0.020	0.018
Guadalupe D. B.	1.401	1.370	1.385
Praxedis (INIFAP)	4.330	- - -	4.318
Praxedis (a)	0.502	0.548	- - -
Praxedis (b)	1.075	1.075	- - -
Promedio	*1.240*	*0.620*	*1.460*

Manganeso en agua residual cruda y residual mezclada

La concentración promedio de Mn en agua residual cruda es 0.11459 mg L^{-1} en tanto el LMP es de 0.200 mg L^{-1}. Por otro lado la concentración de este elemento en agua residual-mezclada presenta un comportamiento variado a lo largo del Valle, ya que su concentración originalmente baja en Loma Blanca (0.137 ± 0.07 mg L^{-1}) identificada como agua residual cruda, aumenta en la localidad de San Isidro (0.161 ± 0.04mg L^{-1}), luego decrece progresivamente por efecto de dilución ocasionado por el proceso de mezclado en Tres Jacales a (0.152 ± 0.03mg L^{-1}), Guadalupe (0.132 ± 0.03mg L^{-1}), Praxedis (0.132 ± 0.03mg L^{-1}) y aumenta hacia la parte final del DR-009 hasta (0.151 ± 0.06mg L^{-1}). Al igual que en agua residual cruda, en ningún caso se excede al LMP.

Al analizar geo-estadísticamente la variabilidad espacial de Mn para agua residual mezclada, se tiene que éste elemento carece de una continuidad creciente o decreciente en su concentración hacia la parte final del Valle de Juárez, de ahí que los valores de semivarianza no se asocian con distancia y estadísticamente no son significativos ($p > 0.05$) y en consecuencia muestran una distribución aleatoria. La falta de continuidad en la concentración de éste elemento, en el agua residual-mezclada hacia el final del DR-009, obedece a la variada concentración que presenta Mn en el agua de bombeo y que se incorpora al canal principal del distrito de riego, lo

que ocasiona incrementos y decrementos en su concentración. Estas variaciones están en función del número de pozos de bombeo que presentan altas concentraciones de estos elementos, así como del volumen y tiempo de bombeo de agua que es incorporada al canal principal.

Manganeso en suelos cultivados con alfalfa

El Cuadro 2 destaca las variaciones de Mn para los trece lotes de alfalfa que se encuentran en producción; la información coincide con lo expresado en estudios previos, donde para agua residual y residual-mezclada los valores oscilan entre 0.130 hasta 0.167 mg L^{-1}, en tanto para bombeo profundo van desde 0.196 a 1.385 mg L^{-1}.

Cuadro 2. Concentración de manganeso en suelos cultivados con alfalfa para diversas localidades y fuentes de abastecimiento de riego, en Valle de Juárez Chihuahua.

Localidad	Fuente de abastecimiento	Mn en agua de riego (mg L^{-1})	Mn (mg kg^{-1} de suelo seco)		
			0-5	5-15	15-30
Loma Blanca (a)	AR-M	0.137	2.78	2.57	2.84
Loma Blanca (b)	AR-M	0.149	2.01	2.07	2.08
San Isidro (a)	AR-M	0.161	1.71	2.34	2.13
San Isidro (b)	AR-M	0.157	2.46	2.08	1.68
Jesús Carranza	AR-M	0.152	3.02	2.88	2.82
Juárez y Reforma	AR-M	0.167	1.71	1.87	1.79
Fronteras	AR-M	0.132	2.67	2.72	2.81
Placitas	AR-M	0.130	3.01	3.76	3.87
Col. Esperanza	AR-M	0.151	2.38	2.49	2.43
San Agustín	Bombeo	0.196	1.46	1.42	1.31
Caseta	Bombeo	0.502	1.71	1.72	1.74
Lomas Guadalupe	Bombeo	1.075	2.36	2.11	2.12
Porvenir	Bombeo	1.385	2.99	3.49	2.85

AR-M (Agua residual mezclada)

Las mayores concentraciones de Mn en los suelos cultivados con alfalfa, se ubican en las localidades de Placitas, Jesús Carranza, Porvenir y Loma Blanca (a); solamente la localidad de Porvenir es la que ofrece la mayor concentración de Mn en el agua de riego con un valor promedio de 1.385 mg L^{-1} y el resto de las localidades, presentan concentraciones en el intervalo 0.130 – 0.152 mg L^{-1}; para las localidades Jesús Carranza y Loma Blanca (a), los mayores valores de Mn corresponden a la profundidad 0-5 cm en tanto para Placitas y Porvenir, las mayores concentraciones de Mn corresponden a las profundidades 5-15 cm. Solamente en Placitas, se tiene una continuidad creciente en la concentración de Mn, para 0-5, 5-15 y 15-30 cm; para el resto de las localidades, no se presenta esta continuidad en la concentración de Mn, probablemente debido a las variaciones de granulometría correspondiente a cada profundidad.

Adversamente, los menores valores de Mn corresponden a las localidades de San Agustín, San Isidro (a), Juárez y Reforma, así como Caseta, donde se riega con agua que ofrece valores de Mn en el intervalo 0.161 – 0.502 mg L^{-1}. Las localidades Loma Blanca (b), Fronteras, Placitas y Caseta, registran una continuidad creciente en los valores de Mn para las profundidades 0-5, 5-15 y 15-30 cm, en tanto las localidades San Isidro (b), Jesús Carranza y San Agustín, presentan una continuidad decreciente para los mismos estratos de suelo.

Por la naturaleza alcalina de los suelos del Valle de Juárez Chihuahua, donde se tienen valores de pH que oscilan entre los 7.3 – 8.6, es de esperar que el Mn total, se encuentre en una muy baja solubilidad, tal como lo destaca Godo y Reisenauer (1980), donde sus investigaciones muestran que los suelos con pH de 4.7 decrecieron su solubilidad hasta en un 50 por ciento cuando se incorporó cloruro de calcio, hasta alcanzar valores de pH de 6.3 unidades. Con el modelo de Godo y Reisenauer (1980), se puede establecer que la solubilidad de Mn tiende a cero, cuando los valores de pH llegan a 7.2 unidades. Los suelos donde se generó la presente investigación, corresponden a una zona seca o árida con bajo contenido de materia orgánica, presentan además condiciones variadas de moderados, altos y muy altos niveles de salinidad y una baja condicionante de sodicidad. Predomina una importante carga catiónica de calcio y magnesio, seguida por sodio, en tanto la carga aniónica presenta una importante proporción de cloruros seguido por carbonatos y sulfatos. Por lo anterior es esperar una nula solubilidad y nula fitotoxicidad de Mn en las condiciones áridas que registra la localidad de estudio.

CONCLUSIONES

Los lotes de alfalfa bajo estudio, mostraron una variada presencia de manganeso en agua residual mezclada, con valores promedio de 0.15 mg L^{-1}, en tanto para bombeo fue de 0.79 L^{-1}, es decir 5 veces más alta que la de residual-mezclada. El agua residual y residual mezclada, ofrece valores menores al LMP pero muy cercanos a 0.20 mg L^{-1}.

Las mayores concentraciones de Mn en los suelos cultivados con alfalfa, se ubican en las localidades de Placitas, Jesús Carranza, Porvenir y Loma Blanca.

Los suelos regados con agua residual-mezclada, presentaron concentraciones de Mn de 2.42 mg kg^{-1} de suelo seco para 0-5 cm, 2.53 para 5-15 cm de profundidad y 2.49 para 15-30 cm del perfil de suelo estudiado.

Los suelos irrigados con bombeo profundo, presentaron concentraciones promedio de 1.70 mg kg^{-1} de suelo seco para 0-5 cm, 1.75 para el perfil 5-15 y finalmente 1.60 mg kg^{-1} de suelo seco para 15-30 cm.

Por las condiciones de pH que se tienen en el Valle de Juárez Chihuahua, y que van desde 7.4 hasta 8.5 unidades, no se tiene riesgo de fitotoxicidad a los cultivos por Mn, toda vez que la solubilidad de éste elemento tiende a cero, cuando el pH del suelo es de 7.2 unidades.

BIBLIOGRAFÍA

APHA-AWWA-WPFC. 1992. Standard methods for the examination of water and wastewater. 17 Edition. American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Pollution Control Federation. USDA, 986

Aubert H. and M. Pinta. 2007. Trace elements in soils. Developments in Soils Science 7. Elsevier p. 43-54

Castellanos, J. Z., S. X. Uvalle B., y A. Aguilar S. 2000. Manual de Interpretación de Análisis de Suelo y Aguas. Colección INCAPA 2ª edición. San Miguel de Allende, Guanajuato. 226 p.

Bradl, H. 2004. Adsorption of heavy metal ions on soils and soils constituents. J. Colloid. Interf. Sci. 277, 1-18.

Godo H. G., and H. Reisenauer M. 1980. Plant effects on soil manganese availability. Soil Sci. Soc. Am. J., 44:993-995

Guest, C., Schulze, D., Thompson, I., Huber, D. 2002. Correlating manganese X-ray absorption near-edge structure spectra with extractable soil manganese. Soil Sci. Soc. Am. J. 66, 1172-1181.

Kogelmann, W., Sharpe, W. 2006. Soil acidity and manganese in declining and nondeclining sugar maple stands in Pennsylvania. J. Environ. Qual. 35, 433-441.

Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, San Diego, 889 p.

Millaleo R, M. Reyes-Díaz, A. Ivanov G., M. Mora L. and M. Alberdi. 2010. Manganese as essential and toxic element for plants: Transport, accumulation and resistance mechanisms. *J. Soil Sci. Plant Nutr. 10 (4): 476 - 494*

NOM-AA-020. 1997. Norma Oficial Mexicana NMX-AA-000-1997. Disponible en: http://www.blue-fuel.mx/web/images/contenido/pdf/proy-nmx-aa-003-scfi-2006.pdf Accesada en junio 2015.

Palomo-Rodríguez M., y U. Figueroa V. 2007. Variabilidad espacial de metales pesados y metaloides en agua residual mediante un proceso de dilución. Revista Agrofaz 7(3):135-143

Palomo-Rodríguez M., U. Figueroa V., M. Flores O., y R. Faz C. 2007. Contenido nutrimental del agua residual en Valle de Juárez, Chihuahua. Folleto Científico No. 3 INIFAP-Campo Experimental Delicias, 31 p.

Palomo-Rodríguez M., y U. Figueroa V. 2006. Variabilidad espacial aplicada a coliformes en agua residual a lo largo del Distrito de Riego 009. Revista Ciencia en la Frontera 4(1):32-37

Palomo-Rodríguez M., y U. Figueroa V. 2006. Variabilidad espacial aplicada a fenoles, DBO y DQO en agua residual a lo largo del Distrito de Riego 009. Revista Ciencia en la Frontera 4(1):26-31

Porter, G., Bajita-Locke, J., Hue, N., Strand, S. 2004. Manganese solubility and phytotoxicity affected by soil moisture, oxygen levels, and green manure additions. Comm. Soil Sci. Plant. Anal. 35, 99-116.

US-EPA. 1972. Water quality criteria. U. S. Environmental Protection Agency. National Academic of Sciences, National Academic of Engineering, Washington D. C.

US-EPA. Method 3051 A. 1998. Disponible en: http://www.epa.gov/SW-846/3051a.pdf. Consultada en junio 2015.

ESTADO ACTUAL DE LAS ÁREAS SEMILLERAS DE *Pinus durangensis* MART. EN CHIHUAHUA Y DURANGO

[1]Manuel Alarcón Bustamante, [1]José Luis García Pérez, [1]Carlos René Lara Macías, [2]José [2]Ángel Sigala Rodríguez, [2]Homero Sarmiento López

[1]Sitio Experimental La Campana, Instituto Nacional de investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Carr. Chihuahua a Ojinaga Km 33.3, Cd. Aldama, Chih. C.P. 32910. [2]Campo Experimental Valle del Guadiana, INIFAP Carr. Durango a El Mezquital Km 4.5, Durango, Dgo. C.P. 34130. alarcon.manuel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En México existen 64.8 millones de hectáreas arboladas, incluyendo bosques de clima templado y selvas, lo que representa cerca del 33% del territorio nacional (FAO, 2010). En estos ecosistemas se registra un acelerado proceso de deforestación debido a causas diversas como tala inmoderada, incendios forestales, cambio de uso del suelo y cambio climático, lo que ha provocado que se deforesten cerca de 300 000 hectáreas por año. Los estados de Chihuahua y Durango, sobresalen a nivel nacional debido a su aportación a la producción maderable , con casi el 50% del total (SEMARNAT, 2013). Pese a esto, en estos estados también existe problemas serios de deforestación y degradación de los bosques. Para contrarrestar estos efectos, se han implementado diversas acciones de restauración y reforestación, entre las que se encuentra el establecimiento de áreas semilleras de las cuales se recolecta germoplasma con la finalidad de preservarlo como un producto de interés prioritario, pudiendo ser utilizado para mejorar la calidad y productividad de especies forestales (CONAFOR, 2010). Las áreas semilleras se establecen en rodales donde se han eliminado todos los fenotipos indeseables con el objeto de que la polinización ocurra solo entre los árboles seleccionados y se genere la producción de semilla de buena calidad genética (Zobel y Talbert, 1988; Prieto y López, 2006). El establecimiento de áreas semilleras en Durango y Chihuahua, se inició en los años 80´s con el objetivo principal de producir semilla forestal mejorada y de rescatar las características genéticas deseables perdidas como consecuencia de la selección disgénica en los aprovechamientos forestales (Flores, 2001). Sin embargo, dichas áreas no han tenido el seguimiento y mantenimiento adecuado (Ortega y Orta, 2001; Villanueva, 2014). En este contexto, este trabajo tuvo el propósito de diagnosticar las áreas de *Pinus durangensis*, mediante la evaluación de aspectos ecológicos, dasométricos y cualitativos. Contar con información actualizada sobre la condición de las áreas semilleras permitirá la planeación adecuada y toma de decisiones en las labores de recolección de germoplasma y así satisfacer el abasto de semilla para los programas de reforestación de ambos estados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de las áreas bajo estudio.

Las áreas semilleras bajo estudio, se ubican en el macizo forestal de la sierra madre occidental, en los estados de Chihuahua y Durango. Para la localización de las áreas semilleras, en ambos estados fue necesario realizar revisión de literatura, entrevistas con ejidatarios y prestadores de servicios técnicos forestales de la regiónes donde se ubican las áreas. Una vez localizadas las áreas semilleras mediante recorridos de campo, se georreferenciaron con el uso de un posicionador global (GPS) y se incorporaron las coordenadas a un sistema de información geográfica, en el cual también se incluyeron otros atributos (Figura 1 y Cuadro 1).

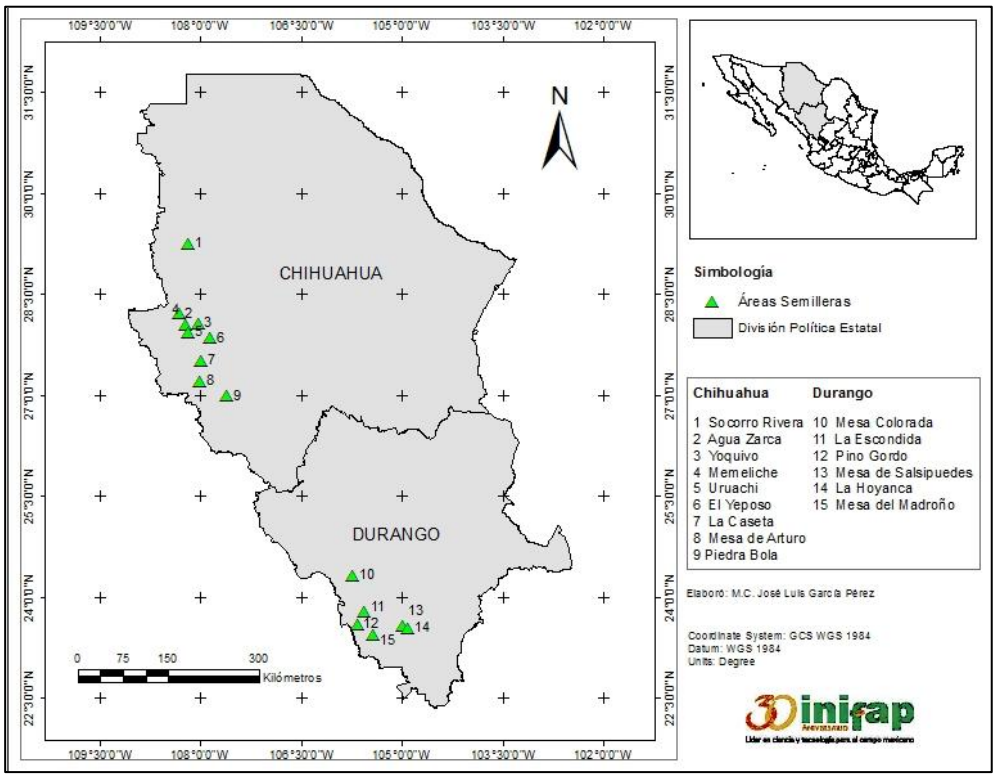


Figura 1. Localización geográfica de las áreas semilleras de *Pinus durangensis* Mart. en los estados de Chihuahua y Durango.

En Chihuahua se seleccionaron nueve áreas semilleras localizadas en siete municipios, de las cuales, dos áreas no fue posible realizar su diagnóstico debido al grado de fragmentación que presentaban. En Durango, se seleccionaron seis áreas semilleras en tres municipios, aunque existían otras dos áreas, estas no fueron seleccionadas debido a que se realizó aprovechamiento para realizar un trazo carretera así como de una línea de transmisión. En el Cuadro 1 se muestra a detalle, la localización geográfica de las áreas semilleras evaluadas.

Cuadro 1. Localización geográfica de las áreas semilleras de *Pinus durangensis* en los estados de Chihuahua y Durango.

Nombre	Estado	Municipio	Propiedad	Latitud	Longitud	Altitud
Socorro Rivera	Chihuahua	Madera	Ej. Socorro Rivera	29°15´24"	108°10´15"	2333
Agua Zarca		Ocampo	Ej. Ocampo y Cerro P.	28°13´03"	108°20´01"	2523
Yoquivo		Ocampo	Ej. Yoquivo	28°04´35"	108°01´20"	2289
Memeliche		Ocampo	Com. Memeliche	28°02´57"	108°12´34"	2326
Uruachi		Uruachi	Ej. Uruachi	27°56´28"	108°10´02"	2373
El Yeposo		Bocoyna	Com. El Yeposo	27°51´18"	107°50´40"	2445
La Caseta		Guazapares	Ej. Monterde	27°31´02"	107°58´24"	2400
Mesa de Arturo		Urique	Ej. Mesa de Arturo	27°12´54"	107°59´46"	2350
Piedra Bola		Batopilas	Ej. Yoquivo	26°59´48"	107°35´37"	2445
Mesa colorada	Durango	San Dimas	PP. Productora	24°19´19"	105°43´07"	2535
La Escondida		Pueblo Nuevo	Ej. San Pablo	23°47´35"	105°33´01"	2755
Pino Gordo		Pueblo Nuevo	Ej. Pueblo Nuevo	23°35´07"	105°40´33"	2308
Mesa de Salsipuedes		Durango	Condueños del Nayar	23°34´04"	104°59´23"	2688
La Hoyanca		Durango	PP. La Hoyanca	23°32´32"	104°54´09"	2675
Mesa del Madroño		Pueblo Nuevo	Ej. Pueblo Nuevo	23°26´35"	105°24´56"	2656

Variables evaluadas

En la caracterización ecológica se registró altitud (m), pendiente (%), exposición, tipo de suelo, precipitación (mm) y temperatura media anual (°C). En cuanto a dimensiones de las áreas semilleras se obtuvo la superficie de producción, protección y total (ha). La evaluación dasométrica incluyó edad (años), altura total (m), diámetro normal (m) y de copa (m). La evaluación de la condición de las áreas fue cualitativa y se basó en cuatro características principales: 1) Remoción de fenotipos inferiores, 2) labores de prevención, 3) labores de manejo y 4) presencia de disturbios. En cada una de éstas se consideraron cuatro posibles condiciones, que permitieran calificar a cada área (Cuadro 2).

Cuadro 2. Características evaluadas en la condición actual de las áreas semilleras de *Pinus durangensis* en los estados de Durango y Chihuahua.

Característica	Descripción	Valor
1.-Remoción de fenotipos inferiores	Solo se pintaron los árboles (sin remoción de fenotipos)	0
	Remoción parcial (se removieron los árboles malos del área central)	1
	Remoción de fenotipos inferiores, sin remoción de regeneración mayor de 5 cm.	2
	Remoción de fenotipos inferiores y remoción de regeneración	3
2.-Labores de prevención (Brecha corta fuego, cercado y letrero)	Sin labores de prevención	0
	Sin brecha corta fuego pero cercado	1
	Con brecha corta fuego sin cercado	2
	Con brecha, cercado y letrero	3
3.-Labores de manejo del área (Obras de restauración, podas aclareos de regeneración, extracción de arbolado caído).	Sin manejo	0
	Sin obras de restauración y conservación de suelos pero con manejo de regeneración y especies asociadas.	1
	Con obras de restauración y conservación de suelos pero sin manejo de regeneración y especies asociadas	2
4.- Presencia de disturbios (Pastoreo, presencia de tuzas, daños por rayo, nieve o plagas)	Afectado por los cuatro disturbios	0
	Rayo, fuego o insectos	1
	Pastoreo y tuzas	2
	Sin daños	3

Con la sumatoria de los valores de cada una de las áreas se les asignó una calificación con la que se obtuvo la condición actual de cada área. Los rangos de valor fueron: de 0 a 3 para la condición “mala”, de 4 a 6 “regular”, de 7 a 9 “buena” y de 10 a 12 para las áreas con condición “excelente”.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características ecológicas

Con relación a las características ecológicas, la pendiente de las áreas fluctúan desde 3 al 30%, la mayoría de las exposiciones son de tipo zenital, particularmente en el estado de Durango. En lo que respecta al tipo de suelo se encontraron dos tipos predominantes, el primero de ellos fue el regosol éutrico ubicado en el 47% de las áreas semilleras, seguido por el litosol con el 25% de las áreas bajo estudio. La precipitación media anual se registra desde los 400 hasta los 1500 mm al año, mientras que la temperatura media anual fluctúa de 10 a 16 °C. El tipo de clima predominante es el Cb’(w2)x’, que corresponde al templado semifrío con verano fresco largo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Características ecológicas de las áreas semilleras de *Pinus durangensis* Mart. en Chihuahua y Durango.

Estado	Área semillera	Pendiente (%)	Exposición	Suelo	PMA (mm)	TMA (°C)	Clima
Chihuahua	Socorro Rivera	5	Zenital	Litosol	400-600	10	Cb'(w2)x'
	Agua Zarca	12	Sureste	Feozem Háplico	800-1200	12	Cb'(w2)x'
	Yoquivo	12	Oeste	Feozem Háplico	600-800	11	Cb'(w2)x'
	Memeliche	20	Este	Regosol Eutrico	800-1200	10	Cb'(w2)x'
	Uruachi	10	Sureste	Regosol Eutrico	800-1200	12	Cb'(w2)x'
	El Yeposo	8	Zenital	Litosol	600-800	13	Cb'(w2)x'
	La Caseta	25	Oeste	Litosol	800-1200	14	Cb'(w2)x'
	Mesa de Arturo	30	Sur	Litosol	600-800	16	Cb'(w2)
	Piedra Bola	25	Noreste	Regosol Eutrico	600-800	12	Cb'(w2)x'
Durango	Mesa colorada	12	Zenital	Regosol Eutrico	600-800	12	Cb'(w2)
	La Escondida	30	Zenita l	Cambisol Districo	800-1200	12	Cb'(w2)x'
	Pino Gordo	5	Zenital	Regosol Eutrico	1200-1500	14	(A)C(w2)
	Mesa de Salsipuedes	12	Zenital	Regosol Eutrico	600-800	12	Cb'(w2)
	La Hoyanca	30	Zenital	Regosol Eutrico	600-800	12	Cb'(w2)
	Mesa del Madroño	5	Zenital	Cambisol Districo	800-1200	16	C(w2)

Contar con la información ecológica de las áreas semilleras, permite, dirigir las actividades de recolección de semilla. En la práctica, si se conocen las condiciones edafoclimáticas de los sitios de recolección de germoplasma, permitirá dirigir las reforestaciones hacia sitios con características edafoclimáticas semejantes, lo que crea un mejor acoplamiento del material genético a los sitios de plantación y en consecuencia aumentaría las expectativas de supervivencia y establecimiento en campo. Por otro lado, los amplios rangos de variación de las variables ambientales, permiten tener una idea de la plasticidad de la especie.

Superficie y condición dasométrica de las áreas semilleras

En lo referente a la superficie de las áreas semilleras, la zona central varió desde 1.0 a 2.5 ha, la zona de protección desde 3.6 a 10.5 ha, mientras que en conjunto la superficie total de las áreas fluctuó desde las 6.1 a 12.3 ha. Con relación a la edad del arbolado, se encontró una

fuerte variación, desde 52 años para el área de Pino Gordo, hasta 96 años que corresponde al área de Uruachi, en Chihuahua. En general las áreas con mayor edad se concentraron en el estado de Chihuahua.

La condición dasométrica fue mejor en las áreas ubicadas en el estado de Chihuahua. El área semillera de mayor altura en el arbolado fue la Mesa de Arturo con 27.32 m en promedio, mientras que la menor se registró en el área de El Yeposo con 23.64 m. El arbolado con el mayor diámetro promedio se encontró en el área de Socorro Rivera, con 56.12 cm, mientras que el arbolado con menor diámetro se encontró en La Caseta con 50.38 cm. La cobertura de copa fue mayor en el área de Piedra Bola con 9.34 m, en contraste con Memeliche donde se encontró un diámetro de compa promedio de 3.74 m. En el caso de las áreas del estado de Durango, en general se encontraron promedios menores, lo cual puede deberse a que en su mayoría el arbolado es de menor edad con respecto a las áreas del estado de Chihuahua. Aunque también puede deberse a la calidad de estación de los sitios donde se ubican las áreas (Cuadro 4).

Cuadro 4. Caracteríticas generales del sitio y condición dasométrica en 15 áreas semilleras de *Pinus durangensis* en los estados de Durango y Chihuahua.

Estado	Área semillera	Superficie (ha)			Edad	Condición dasométrica		
		Zona Central	Zona de Protección	Superficie Total		Altura (m)	Diámetro (cm)	Copa (m)
Chiahuahua	Socorro Rivera	2.0	10.3	12.3	93	23.72	56.12	6.91
	Agua Zarca	1.3	6.1	7.4	87	26.58	47.83	5.44
	Yoquivo	1.3	5.7	7.0	93	26.75	46.20	4.43
	Memeliche	2.5	3.6	6.1	91	24.39	43.72	3.74
	Uruachi	1.4	10.5	11.9	96	26.33	51.16	5.79
	El Yeposo	1.5	7.0	8.5	75	23.64	50.38	5.74
	La Caseta	1.7	6.8	8.5	78	27.00	41.92	7.63
	Mesa de Arturo	1.2	6.8	8.0	76	27.32	49.05	7.21
	Piedra Bola	1.2	8.5	9.7	61	25.80	52.85	9.34
Durango	Mesa Colorada	1.0	8.0	9.0	64	25.97	41.53	4.05
	La Escondida	1.0	8.0	9.0	65	28.60	54.32	4.62
	Pino Gordo	1.0	8.0	9.0	52	24.77	38.81	5.06
	Mesa de Salsipuedes	1.0	8.0	9.0	56	24.00	37.97	4.83
	La Hoyanca	1.0	8.0	9.0	53	23.07	33.37	4.67
	Mesa del Madroño	1.0	8.0	9.0	61	22.74	47.80	4.93

En la práctica, conocer la información dasométrica de los árboles fuente de germoplasma forestal permite tener una referencia del crecimiento a una edad determinada. Con lo que se puede cuantificar las características que se pueden heredar a la progenie.

Condición actual de las áreas semilleras

De acuerdo con la valoración cualitativa de las áreas semilleras basada en las categorías de remoción de fenotipos inferiores, labores de prevención, manejo y presencia de disturbios, se determinó que en en general el 53% de las áreas se encuentran en una condición regular; es decir, las acciones de remoción, protección y manejo son deficientes o nulas. Lo anterior indica que aunque existen algunas labores de manejo y protección en estas áreas, estas aún son defisientes. Un 30 % restante de las áreas se encontraron en condición mala, las cuales en su mayoria tenian ausencia de las características antes descritas. Finalmente, de las 15 áreas evaluadas en los dos estados, solo dos áreas se catalogaron como buenas, lo que representa el 13 % de las áreas evaluadas en ambos estados (Cuadro 5).

Cuadro 5. Calificación de la condición actual de las áreas semilleras de *Pinus durangensis* en Chihuahua y Durango.

Estado	Área semillera	Calificación				Suma	Cond.
		1. -Remoción de fenotipos inferiores	2.Labores de prevención	3. – Labores de manejo	4. – Presencia de disturbios		
Chiahuahua	Socorro Rivera	2	1	1	3	7	Buena
	Agua Zarca	2	2	0	1	5	Regular
	Yoquivo	2	2	0	1	5	Regular
	Memeliche	2	0	0	1	3	Mala
	Uruachi	3	0	1	1	5	Regular
	El Yeposo	3	3	1	1	8	Buena
	La Caseta	2	0	0	1	3	Mala
	Mesa de Arturo	2	1	0	1	4	Regular
	Piedra Bola	2	0	0	1	3	Mala
Durango	Mesa Colorada	1	1	0	1	3	Mala
	La Escondida	1	0	0	1	2	Mala
	Pino Gordo	2	0	0	2	4	Regular
	Mesa de Salsipuedes	2	0	0	2	4	Regular
	La Hoyanca	2	0	1	1	4	Regular
	Mesa del Madroño	2	0	1	3	6	Regular

Acciones prioritarias de protección, rehabilitación e identificación de las áreas semilera

Para mejorar la condición de las áreas semilleras, se recomienda realizar actividades de monitoreo, para detectar ataques de plagas o enfermedades. Tambien es conveniente llevar a cabo trabajos de manejo de la regeneración natural y especies asociadas dentro de lás áreas semilleras, con lo que se reduciría la competencia, lo que afecta la estructura del arbolado. Asimismo, se debe realizar la eliminación del árbolado indeseable, el cual representa una fuente

de contaminación de polen hacia los árboles seleccionados para la recolección de germoplasma. Finalmente, es importante realizar la identificación de los árboles y las áreas, mediante, numeración en el fuste y letreros en el área, respectivamente.

CONCLUSIONES

Las mayoría de las áreas semilleras de *Pinus durangensis* en los estados de Durango y Chihuahua carecen de un plan de manejo silvícola, lo que propicia competencia entre árboles productores y los no deseables. Las áreas semilleras con las mejor condición dasométrica se encontraron en el estado de Chihuahua. En general, las áreas se encuentran en una condición regular, pues la mayoría carecen de acciones de manejo silvícola, prevención e identificación de las mismas. Para mejorar la condición de las áreas se sugiere ejecutar acciones de rehabilitación inmediatas que propicien el desarrollo óptimo de estas fuentes de germoplasma forestal.

BIBLIOGRAFÍA

CONAFOR. 2010. Bancos de Germoplasma afiliados a la Red Mexicana de Germoplasma Forestal según instituciones responsables. *Disponible en:* http://148.223.105.188:2222/gif/snif_portal/secciones/demas/compendio2006/Reportes/D3_FORESTAL/D3_RFORESTA09/D3_RFORESTA09_01.htm (Julio de 2015).

FAO. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.) 2010. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010 Informe nacional México.

Flores, L.C. 2000. Análisis y perspectivas del mejoramiento genético de los bosques del estado de Chihuahua. Gaceta de la Red Mexicana de Germoplasma Forestal, 5. Agosto-Octubre de 2000: 81-88.

Ortega, O., C. y Orta G., V.R. 2001. Diagnóstico de áreas, rodales semilleros, y árboles superiores en el estado de Chihuahua. Folleto Técnico Núm. 16. Campo Experimental Madera. INIFAP-CIRNOC. 37 p.

Prieto, R., J.A. y López U. J. 2006. Colecta de semilla forestal en el género *Pinus*. Folleto Técnico Núm. 28. Campo Experimental Valle del Guadiana. INIFAP-CIRNOC. 41 p.

SEMARNAT. 2013. Anuario estadístico de la producción forestal. Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos. México, D.F. 230 p.

Villanueva, P. B. J. 2014. Descripción y Situación Actual de las Áreas Semilleras de *Pinus arizonica* Engelm. en el Estado de Chihuahua. Tesis de licenciatura. División de Agronomía. Departamento Forestal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buena Vista, Saltillo, Coahuila, México. 92 p.

Zobel, B. J. y Talbert, J. T. 1988. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. Ed. Limusa. México. pp. 199–244.

ACTUALIZACIÓN DE LA FRONTERA AGRÍCOLA EN LOS DISTRITOS DE RIEGO A NIVEL NACIONAL

Miguel Rivera González [1], Gerardo Delgado Ramírez[1], Alán Joel Servín Prieto[2], Miguel Palomo-Rodríguez[3] y Juan Estrada Avalos[1]

[1]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera (CENID RASPA-INIFAP). Km 6.5 margen derecha canal Sacramento. Gómez Palacio, Dgo. C. P. 35140. E-mail: rivera.miguel@inifap.gob.mx [2] Técnico auxiliar de investigador del CENID-RASPA, INIFAP [3]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias; Campo Experimental La Laguna. Matamoros Coahuila.

INTRODUCCIÓN

Para desarrollar un SIG se utilizan herramientas de gran capacidad de procesamiento gráfico y alfanumérico: PC, scanner, sensores remotos, entre otros; dotadas de procedimientos y aplicaciones para captura, almacenamiento, análisis y visualización de la información (Moreno *et al*., 2008). Lo anterior, ha permitido generar una amplia gama de capas temáticas como geología, edafología, uso de suelo y vegetación, hidrología superficial, hidrología subterránea, modelo digital de elevación, entre otras; para auxiliar la toma de decisiones en el manejo de recursos naturales y hacer eficientes las actividades productivas (Gómez y Barredo, 2005). Los SIG orientados al aprovechamiento integral de los recursos naturales deben integrar capas temáticas de información en el área de estudio (Thiruvengadachari, 2004; Goodchild,1993). Lo que permite referir las actividades a puntos administrativos y unidades de manejo ambiental, generar mapas sobre temas específicos, consultar la base de datos y desarrollar modelos dinámicos, como los utilizados para cambio de uso de suelo. Las condiciones ecológicas de algunas zonas de México no son favorables para el desarrollo de actividades agrícolas, sin embargo, mediante mecanismos de riego principalmente en las zonas áridas y semiáridas se puede llevar a cabo el desarrollo e incremento de la actividad (Mora, 2003). Los distritos de riego en el país fueron establecidos a partir del año de 1926 por la Comisión Nacional de Irrigación, los cuales están destinados a desarrollar la actividad agrícola para propiciar el desarrollo y bienestar de los habitantes del país (CONAGUA, 2010). Los principales organismos de cuenca en relación a la superficie cosechada son, en orden decreciente: III, II, VI y VIII. El organismo de cuenca III concentra la mayor superficie cosechada con 908 mil 809 ha que representa el 31.5 por ciento de la superficie total, el organismo de cuenca II con 418 mil 889 ha y el 14.5 por ciento; el organismo de cuenca VI con 359 mil 404 ha y el 12.4 por ciento; y el organismo de cuenca VIII, con 352 mil 436 ha y el 12.2 por ciento de la superficie total cosechada hasta el año 2010 (CONAGUA, 2011). El uso de fertilizantes ha ido en aumento por la baja fertilidad de los suelos debido al empobrecimiento paulatino por la extracción

de los nutrimentos en las cosechas (FAO, 2002). El uso adecuado de un fertilizante radica en conocer las características y necesidades de los suelos y plantas a los que se aplicará con base en los nutrimentos disponibles.

En México el 80 por ciento de la superficie agrícola ha utilizado fertilizantes en diversas dosificaciones, sin embargo, dichas aplicaciones carecen de información previa de características y tipos de suelo, disponibilidad de nutrientes o requerimientos por cultivo, lo cual resulta costoso e ineficiente (Ibarra, 2007). Con la finalidad de conocer al interior de cada distrito de riego el objetivo de estudio fue diseñar e implementar un SIG de los usos de suelo que los conforman, las características fisicoquímicas y fertilidad de suelos debido a que se pretende hacer recomendaciones de fertilización en aquellas áreas destinadas a la agricultura.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se encuentra distribuida en poco más de 5.3 millones de hectáreas en el territorio nacional y la conforman 85 distritos de riego (Figura 1).

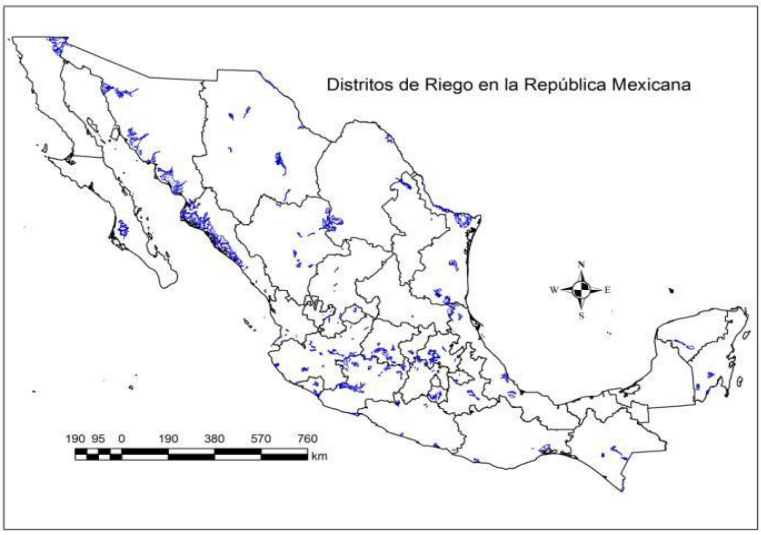


Figura 1. Distritos de riego de la república mexicana.

Delimitación de los Distritos de Riego por Zonas: Agrícolas, Cuerpos de Agua, Vegetación Natural y Asentamientos Humanos

La información base que permitió delimitar los 85 distritos de riego distribuidos en el territorio nacional se obtuvo de la página oficial de la Comisión Nacional del Agua, específicamente del portal “Atlas del Agua”. La base de datos de los distritos de riego se descargó en un archivo con formato .kmz que posteriormente se convirtió a archivo .shp en el programa ArcGIS 9.3 ®. La proyección utilizada para la base de datos generada fue Cónica Conforme de Lambert (CCL).

Tomando en cuenta las imágenes de ortofotos del mapserver del INEGI se realizó la edición de los distritos de riego, con la finalidad de clasificarlos en áreas agrícolas, cuerpos de agua, vegetación natural y asentamientos humanos. Dicha edición se realizó a una escala de 1:10,000. Con la información de las ortofotos se realizó la edición de los 281 polígonos originales del área de trabajo.

Delimitación de los Tipos de Suelo por Distrito de Riego

La delimitación de los tipos de suelo por distrito de riego tiene como fuente de información la serie I de edafología de INEGI a través del programa IRIS 4.2. En este programa se extrajo la información de tipo de suelos en formato de puntos y posteriormente se editaron sobre estos puntos para generar polígonos digitales de información. La escala de trabajo fue 1:250,000. La segunda parte se llevó a cabo en ArcGIS 9.3 ®, esta vez a escala 1:20,000. Esta edición se desarrolló con los puntos que se crearon en el IRIS 4.2 ® y se digitalizó con la herramienta de "editor", que dio como resultado los tipos de suelo que se encuentran en cada distrito.

Generación de Capa con Información de Muestreos Edafológicos de INEGI, Escala 1:50,000

La fuente de información de muestreos de tipos de suelo (INEGI) cuenta con muestras en diferentes puntos de las cartas edafológicas 1:50,000. La base de datos comprende 100 cartas edafológicas que abarcan 31 distritos de riego ubicados en el centro, norte-centro y noreste de México. Cabe mencionar que se realizó la solicitud de imágenes al INEGI para todos los distritos de riego sin embargo, no se cuenta con la totalidad de las mismas.

Actualización de la Superficie Agrícola con el Uso de Imágenes de Satélite SPOT

Gestión de imágenes de Satélite SPOT 2011 para actualización de superficie agrícola.

Debido a que la información disponible más actualizada por parte del INEGI comprende de 1996 a 2002 para la información de ortofotos en el mapserver, se realiza la actualización de la superficie agrícola por distrito de riego para la determinación del cambio de uso que se presenta en la actualidad. Por lo anterior, se realizó la solicitud de imágenes a través del convenio ERMEX (Estación de Recepción México de la Constelación SPOT) con la secretaría de Marina SEMAR y SAGARPA/ASERCA a través del gestor de INIFAP. Dicha información solicitada comprende la totalidad de las imágenes de satélite que dan cobertura a las áreas de los distritos de riego a nivel nacional.

Digitalización y Actualización de los Usos de Suelo que Conforman los Distritos de Riego

La base de datos está compuesta por 286 imágenes pancromáticas y 286 imágenes multiespectrales. De las cuales actualmente se está trabajando en las imágenes multiespectrales, donde la primera etapa es llevar a cabo su georeferenciación en ER Mapper 7.0 ®, con base en una malla de puntos de control que cubren el total de la superficie, esta matriz está representada por un total de 49 puntos de control (GCP, Ground Control Point) con una distancia de 10 km entre punto y punto, apoyándonos de las ortofotos orto-rectificadas por el INEGI, donde el error medio cuadrático debe ser menor a 1. Al tener georreferenciadas las imágenes que abarcan la totalidad de un distrito de riego se crea un mosaico de imágenes en ERDAS IMAGINE®.

Una vez creado el mosaico de imágenes de un distrito de riego se comienza su digitalización en ArcGIS 9.3 ®, en donde se carga una copia de la capa de los distritos de riego ya digitalizada anteriormente con la orto imagen de INEGI y a la cual se le lleva a cabo una edición basada en las imágenes de satélite para la actualización de las superficies que ocupan los distintos usos de suelo que conforman el distrito de riego. Al término de dicha edición se puede llevar a cabo la comparación entre el tema generado con la información de orto imagen de 1996 a 2002 y el tema generado con las imágenes del 2011.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Uso y Características de los Suelos

Los 85 distritos de riego a nivel nacional se encuentran clasificados en áreas agrícolas, vegetación natural, áreas urbanas y cuerpos de agua. Al interior de estos usos de suelo se han clasificado en tipo de suelo y textura (Figura 2). Es importante señalar que también cuenta con el atributo de superficie expresado en m^2. Además, existen 6 mil 142 datos de puntos de estreo que corresponden a 31 distritos de riego, ubicados en el centro, norte-centro y noreste del país. La información que contiene cada punto de muestreo corresponde al horizonte, clasificación textural, conductividad eléctrica, pH en agua, contenido de materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico y cationes intercambiables (% saturación de bases, sodio, % saturación e sodio, potasio, calcio, magnesio y fósforo), las cuales son características que permitirán hacer recomendaciones en cuanto a la fertilidad de los suelos y hacia el uso de fertilizantes adecuados.

Cuadro 1. Distritos de riego digitalizados con imágenes Spot

Organismo de cuenca	Distritos de riego	Superficie Distrito (ha)
I Península de Baja California	Santo Domingo y Rio Colorado	501,869
II Noroeste	Colonias Yaquis, Altar – Pitiquito, Río Mayo, Río Yaqui, Costa de Hermosillo y Guaymas, Papigochic	908,123
III Pacifico Norte	Culiacán Humaya, Guasave, Mocorito, Río Fuerte, Valle del Carrizo, Elota piaxtla, Río San Lorenzo, Baluarte – Presidio y Estado de Durango	1,106,268
VI Río Bravo	Buenaventura, El Carmen, Río Conchos, Delicias, Valle de Juárez, Río Florido, Palestina, Don Martin, Acuña Falcón y Las Lajas	357,508
VII Cuencas Centrales del Norte	Región Lagunera	365,752
IX Golfo Norte	Río Soto la Marina, Mante, Xicoténcatl y Río Verde	120,578

Cuadro 2. Cambio en la superficie agrícola de los distritos de riego encontrados en seis organismos de cuenca.

Organismo de cuenca	Superficie (ha) 1996-2002	2011	Cambio
I	419,959	420,012	53
II	721,658	745,976	24,318
III	1,004,335	994,537	- 9,798
VI	305,261	292,361	- 12,900
VII	301,601	290,524	- 11,077
IX	113,539	108,967	- 4,571

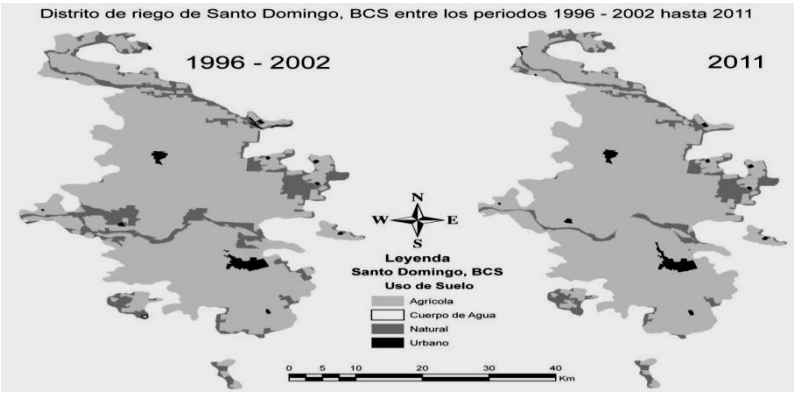


Figura 3. Comparación de los usos de suelo del distrito de riego de Santo Domingo, BCS entre los periodos 1996 – 2002 hasta 2011.

CONCLUSIONES

Se han presentado cambios en la superficie agrícola entre el periodo 1996 – 2002 hasta el 2011, los resultados encontrados en este proyecto se basaron en el uso de herramientas e información actual, la cual permite la generación del conocimiento actualizado de la dinámica que se presenta en cuanto a la amplitud o reducción de superficies dentro de los distritos de riego a nivel nacional. Dicha información es de utilidad en la toma de decisiones en cuanto a la optimización de los recursos que se destinan para el desarrollo de la agricultura en los distritos de riego.

BIBLIOGRAFIA

CONAGUA. 2010. Estadísticas agrícolas de los distritos de riego. Año agrícola 2008 – 2009. México D. F. 323 p

CONAGUA. 2011. Estadísticas agrícolas de los distritos de riego. Año agrícola 2009 – 2010. México D.F.334 p.

FAO Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación y Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes (IFA). 2002. Los fertilizantes y su uso. Cuarta edición. Roma. Gaby, R. F. s/f. Uso de Fertilizantes. SAGARPA. Ficha técnica número 12.

Goodchild M. J. 1993. The state of GIS for Environmental Problem-Solving en Goodchild, B. O. Parks &
L. T. Steyaert Environmental Modeling with GIS Oxford University Press, New York, Oxford. pp. 8-15.

Gómez D., M. y Barredo, J. I. 2005. Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la Ordenación del Territorio. Madrid. Ed. Ra-Ma. Segunda Edición. 305 p.

Ibarra. M. M. 2007. Los biofertilizantes. Una alternativa productiva, económica y sustentable. Revista de la Procuraduría agraria. Número 36. México D.F.

Mora C. S. 2003. La agricultura comercial de los distritos de riego en México y su impacto en el desarrollo agrícola. Investigaciones geográficas, número 005. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. pp. 173 – 195.

Moreno J., A., R. Cañada T., B. Cervera C. F. Fernández G., N. Gómez G., P. Martínez S., A. Moreno J., M.E. Prieto F., J.A. Rodríguez E., M.J. Vidal D. 2008. Sistemas y análisis de la información geográfica. Manual de auto aprendizaje con ArcGIS®. Segunda edición. RAMA Editorial. Madrid, España, 911 p.

Thiruvengadachari S. 2004. Spatial data sets in hydrology project. Hydrology Project, World Bank.

EVALUACIÓN DE MODELOS MATEMÁTICOS PARA EL DISEÑO DE RIEGO POR SUPERFICIE.

Miguel Rivera González[1], Guillermo González Cervantes[1], Jesús Arcadio Muñoz Villalobos[1], Hilario Macías Rodríguez[1] y Gebroham Lopez Hernandez[2]

[1]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera (CENID RASPA-INIFAP). Km 6.5 margen derecha canal Sacramento. Gómez Palacio, Dgo. C. P. 35140. E-mail: rivera.miguel@inifap.gob.mx [3] Ex alumno de la Universidad Autónoma Agraria Antonio, Unidad Laguna. Periférico y Carretera a Santa Fe Torreón Coah.

INTRODUCCIÓN

El diseño del sistema de riego por gravedad consiste en la selección de la longitud, ancho de melga o espaciamiento del surco, pendiente longitudinal, así como la dirección y gasto de riego, que permitan distribuir uniformemente la lámina de riego previamente calculada.

El desarrollo de modelos matemáticos que describen la realidad física y evolución de los métodos numéricos que permiten resolverlos satisfactoriamente, hacen que las simulaciones sean el complemento ideal a las técnicas experimentales. Esto es debido a la rapidez y versatilidad de los modelos. Además, esta herramienta en general es más accesible que las pruebas de campo, lo cual también representa una ventaja económica.

Dependiendo del grado de simplificación hecha a las ecuaciones iniciales básicas, hay esencialmente, cuatro grandes grupos de modelos disponibles que permiten simular el escurrimiento de agua sobre la superficie del suelo, los cuales han sido utilizados por varios investigadores. En orden decreciente de complejidad, son los siguientes: Hidrodinámico, Cero inercia, Onda cinemática y Balance volumétrico (Elliot y Walker 1982; Walker y Humpherys, 1983; Wallender, 1985 y Wallender y Rayej, 1987). También existen una gran cantidad de trabajos de investigación (Rendón *et al.,* 1992; Rendón *et al.,* 1995; Catalán, 1998; Cabrera, 1999 y López, 2009) los cuales han utilizado los programas computacionales RIGRAV (Rendón, 1995) y SIRMOD III (Walker, 2003)

El objetivo del presente trabajo fue evaluar los modelos hidrodinámicos, cero inercia y onda cinemática, para seleccionar y recomendar el más adecuado para el diseño hidráulico del riego por gravedad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las pruebas de riego consistieron en experimentos de campo donde las variables experimentales fueron el gasto de riego unitario, longitud de la melga o surco y tipo de suelo. En base a los resultados de los experimentos, para cada tipo de suelo se obtuvo una relación

empírica en donde se representa la combinación gasto-unitario-longitud que permita aplicar uniformemente una cierta lamina de riego. Se realizaron 6 pruebas de avance, en cada predio en estudio y las siguientes actividades: caracterización física-química del suelo, pendiente, contenido de humedad del suelo, longitud de parcela, lamina requerida, tiempo de avance, infiltración del suelo, gasto unitario y tiempo de corte

Utilizando el programa SIRMOD III (Walker *et al*., 1987); con los resultados obtenidos de perfil de avance se evaluaron los tres tipos de modelos matemáticos (hidrodinámico, cero inercia, onda cinemática).

El tiempo de avance se registró utilizando un cronometro, se registró el tiempo en el instante que se abrió la regadera sobre la melga a regar (tiempo inicio), después se tomaron los tiempos que tardo el agua en llegar a cada estación (cada 20m), hasta la última estación. Finalmente se registró el tiempo de corte. El tiempo de avance es hasta que el agua llegó al final de la melga.

La medición de infiltración de suelo, se realizó mediante el método del doble cilindro, que consiste en utilizar un par de estructuras metálicas en forma de tubo con diferentes diámetros que puede variar de 40 a 60 cm de largo y 30 cm de diámetro. Estos deben ser lo suficientemente resistentes para que penetren en el suelo en forma concéntrica, así mismo los cilindros son introducidos en el suelo a una profundidad de 15 cm. La prueba debe realizarse en lugares representativos de área a estudiar.

Una vez instalado, el inicio de la prueba consistió en aplicar agua en el espacio formado por los dos cilindros con el propósito de evitar el movimiento lateral del agua contenida en el cilindro interior, esto es importante ya que se pueden hacer lecturas de la carga de agua que no corresponden a las reales lo que afecta la prueba. Posteriormente se agrega agua el cilindro interior procurando que la lámina de agua no exceda la carga esperada durante un riego normal que varía de 10 a 20 cm, en ese momento se procede a la toma de datos como es la profundidad de la lámina de agua desde el borde superior del cilindro interior al espejo del agua en dicho cilindro, así mismo es importante registrar la hora de inicio de la observación, durante este proceso se continua tomando tiempos a criterio repetidamente a intervalos cortos al inició (1min.). Después se continúa con espacios más grandes conforme avanza la prueba hasta alcanzar la infiltraron básica del suelo, se recomienda elaborar un formato para la toma de datos.

Finalmente el gasto aplicado se determinó utilizando el molinete digital para medir la velocidad, así como el área de la sección de riego.

El análisis estadístico utilizado para comparar el grado de error de cada uno de los modelos evaluados fue la prueba de la ji – cuadrada, la cual se expresa de la siguiente manera:

$$X^2 = \sum_{i=1}^{n} \frac{(\text{dato observado} - \text{dato esperado})2}{\text{Dato esperado}}$$

RESULTADOS Y DISCUSION

En la figura 1 se presenta el análisis de la prueba de avance para el predio Santo Tomas Beta San Gabriel melga No.8, comparando el tiempo de avance cada 20 metros en campo con los simulados con el software SIRMOD III con los diferentes modelos (Hidrodinámico, Cero inercia y Onda Cinemática). En la figura podemos observar que el modelo que mejor se acerca a los datos reales (campo) es el simulado con el modelo Hidrodinámico y Cero inercia: El modelo Onda cinemática tendió a sobreestimar los valores de la prueba de avance en campo.

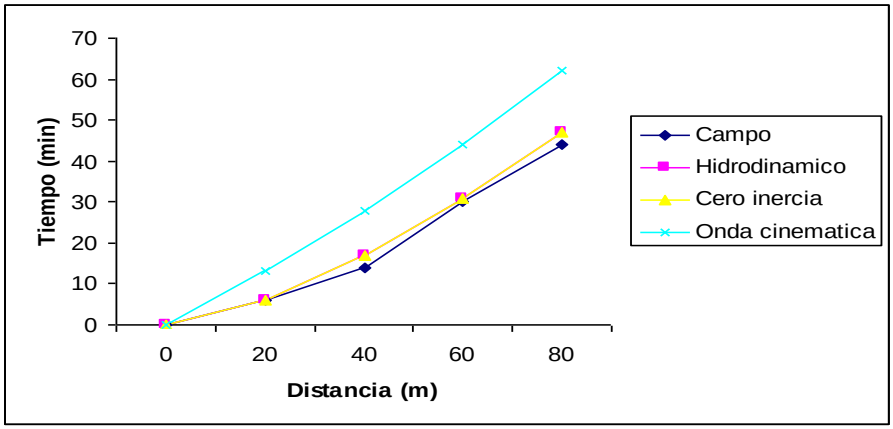


Figura 1. Comparación de modelos matemáticos en el predio P.P Santo Tomas beta San Gabriel melga No. 8.

En la Figura 2 se presenta el análisis de la prueba de avance para el predio Santo Tomas Beta San Gabriel melga No.13, comparando el tiempo de avance cada 20 metros en campo con los simulados con el software SIRMOD III con los diferentes modelos (Hidrodinámico, Cero inercia y Onda Cinemática). En la figura podemos observar que el modelo que mejor se acerca a los datos reales (campo) es el simulado con el modelo Hidrodinámico y Cero inercia. El modelo Onda cinemática en este predio sobreestimo la prueba de avance.

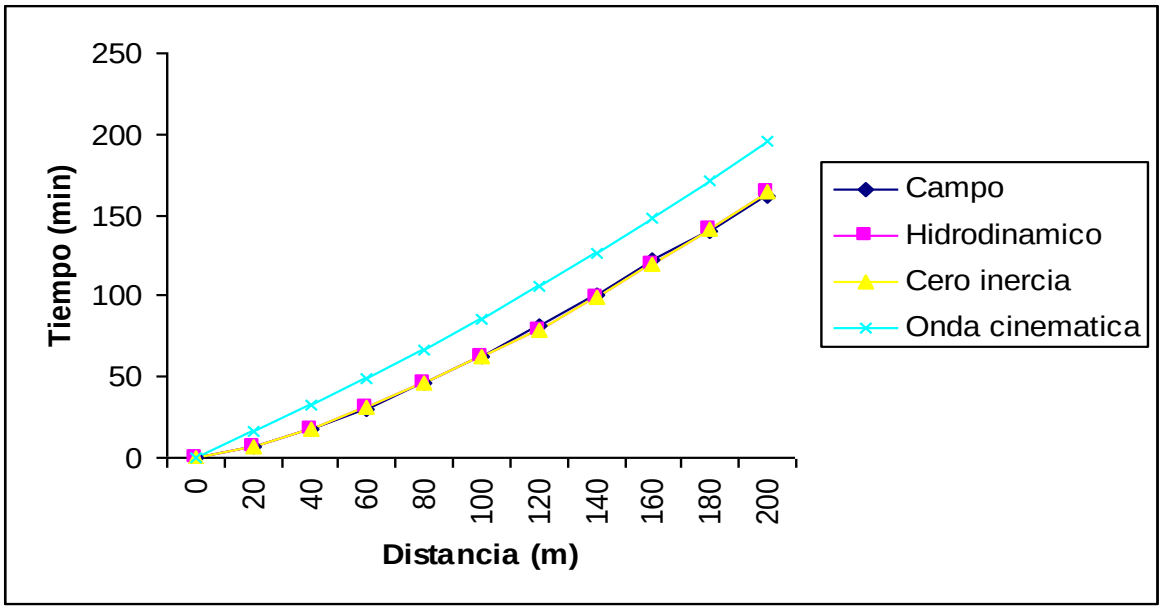


Figura 2. Comparación de modelos matemáticos en el predio P.P Santo Tomas Beta San Gabriel melga No. 13

En la figura 3 se presenta el análisis de la prueba de avance para el predio San Gabriel melga No.3, comparando el tiempo de avance cada 20 metros en campo con los simulados con el software SIRMOD III con los diferentes modelos (Hidrodinámico, Cero inercia y Onda Cinemática). Se puede observar que el modelo que mejor se acerca a los datos reales (campo) es el simulado con el modelo Hidrodinámico y Cero inercia. El modelo Onda cinemática en este predio sobreestimo el avance de la prueba realizada en campo.

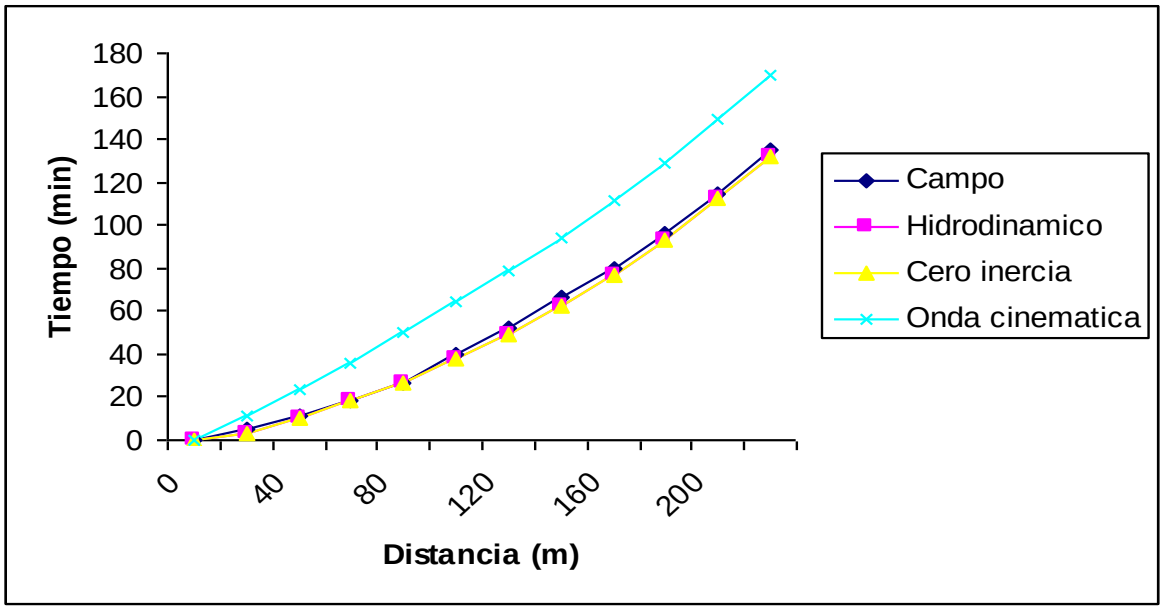


Figura 3. Comparación de modelos matemáticos en el predio P.P Santo Tomas beta San Gabriel melga No. 3

CONCLUSIONES

En base a la prueba de Ji-cuadrada que compara los valores estimados con los modelos y los datos de campo, se puede concluir que los modelos matemáticos hidrodinámico y Cero Inercia predijeron con mayor precisión el tiempo de avance; no obstante el modelo Onda Cinemática sobre estimo el tiempo de avance en el diseño del riego por superficie o gravedad.

BIBLIOGRAFÍA

Cabrera, R. 1999. Consideraciones sobre la tecnología del riego superficial en caña de azúcar. Nota técnica. INICA. La Habana, Cuba.

Catalán V. E. (1998). Guías de Riego (Caso Región Lagunera). CENID-RASPA-INIFAP.

Elliott R.L. y W.R. Walker 1982. Filed Evaluation of furrow infiltration and advance functions. Trans. ASAE 25(2): 396-400.

Lopez H.,G. 2009. Evaluación de modelos matemáticos para el diseño del riego por superficie. Tesis de Licenciatura. División de carreras agronómicas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad laguna. 29 pag.

Rendón P.L., R.Fuentes C y S. Magaña G. 1997. Diseño del Riego por gravedad. Manual para el Diseño de Zonas de Riego Pequeñas

Rendón P.L. 1995.RIGRAV. Sistema de simulación del riego por gravedad. Coordinación de Tecnología de Riego y Drenaje. Instituto de Tecnología del agua (IMTA).

Rendón P.L, M.A. Vuelvas C., J. Ortiz R., J.M. Arreola T. y G. Díaz J. 1992. Riego Eficiente del trigo por melgas en Guanajuato. 3° conferencia Regional Panamericana ICID. Memorias técnicas tomo II N° 21. Mazatlán Sinaloa México

Walker, W.R. y A.S. Humpherys 1985. Kinematic –wade furrow irrigation model. ASAE J. Irrig. Drain. Div. 1º4(IR4):377-392

Walker W. R.. 2003. Simulación, Diseño y Evaluación del Riego por Superficie. Manual del curso(en español): Utha State University.

Wallender W.W. 1985. Furrow Model with spatially varyng infiltration. ASAE winter meeting Chicago pag. 85-89.

Wallender W. W. y Rayej M.1987. Economic optimization of furrow irrigation with uniform and non-uniform soil. In: Transaction of the ASAE, 30 (5): 1425-1429.

PERFIL MICROBIANO DEL GUSANO COGOLLERO S*podoptera frugiperda* (J. E. SMITH) EN DURANGO

J. Natividad Gurrola Reyes[1], Claudia C. Gurrola Pérez[1], María Berenice González Maldonado[1] y Jesús Lumar Reyes[1]

[1]Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional. Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR – IPN Durango. Sigma s/n Fraccionamiento 20 de noviembre II CP 34220. Durango, Dgo., México. Teléfono 618 8142091 Becarios de COFAA. E-mail ngurrola@ipn.mx.

INTRODUCCIÓN

El maíz es el cultivo más importante en México y actualmente se producen alrededor de 21.5 millones de toneladas en una superficie de 8.5 millones de ha., donde la Tasa Media Anual de Crecimiento de México es de -1.8%, en los últimos seis años. En el Estado de Durango el cultivo de maíz representa una fuente de ingresos para las familias rurales, así como para el factor de desarrollo de dicha entidad, ya que se cultivan anualmente 146,587,00 ha de este grano. Sin embargo uno de los principales problemas que afectan la producción de maíz es la presencia de insectos-plaga. El insecto que causa los mayores daños a este cultivo es el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). Esta plaga presenta una distribución muy amplia, sus daños son más evidentes en su etapa de larva, al penetrar al cogollo y alimentarse del mismo, cuando la planta de maíz mide alrededor de 50 cm de altura o menos, genera perforaciones a las hojas y, en ataque severos, muerte del cogollo. El empleo de insecticidas químicos como método de control de la plaga ha traído consigo serios problemas al medio ambiente ya que, la tierra, el aire y el agua son elementos que se ven afectados por estas sustancias químicas, pues de la cantidad del plaguicida aplicado, menos del 1% alcanza a la plaga y el 99 % restante se dispersa provocando así el uso indiscriminado de plaguicidas. Lo anterior ha provocado un círculo vicioso: la aplicación desmedida de plaguicidas ha ocasionado que las plagas se hagan resistentes y por lo tanto requieran cada vez mayores cantidades de veneno o sustancias más tóxicas. Aunado a los problemas de salud que pueden presentar las personas que laboran cerca de dichos cultivos. Por lo anterior, la identificación del perfil microbiano de *Spodoptera frugiperda* generará la información necesaria para que, en trabajos posteriores, se realicen pruebas toxicológicas con nuevas cepas de microorganismos entomopatógenos y hacer uso de ellas para el control de tan importante plaga.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El estudio se realizó en la zona agrícola de los Valles de Durango, con afinidades de clima y vegetación al norte y al sur de su extensión (Gonzales *et al.,* 2007). Se

encuentra localizada en una altitud de los 1800-2100 msnm. Los sitios de estudio se ubicaron cuatro en el municipio de Durango, uno en Panuco de Coronado, uno en Vicente Guerrero, uno en Guadalupe Victoria, y uno en el municipio de Santiago Papasquiaro. En estos se establecieron sitios de colecta en maíz y pastizales, los muestreos y colecta de insectos y suelo se llevaron a cabo cada 15 días a partir del mes de julio y hasta noviembre del 2014.

Material biológico. Los insectos fueron colectados de manera manual y dirigida en plantas de maíz, con pinzas entomológicas, y posteriormente fueron trasladados al laboratorio para su manejo y disposición, y alimentados mediante dieta artificial elaborada en base a una modificación realizada por Hernández *et al.,* 1989.

Muestreo**.** La colecta de larvas de gusano cogollero se realizó en ocho localidades del Estado de Durango, los cuales son las áreas más representativas de cultivo de maíz en el Estado (SIAP, 2015). De cada sitio se colectaron 100 larvas, las cuales fueron tomadas del pseudotallo del maíz, posteriormente fueron depositadas en pequeños vasos de plástico de manera individual con un cubo de aproximadamente 3 cm^3 de dieta artificial, para que continuaran su ciclo. Las larvas recolectadas fueron trasladadas al laboratorio, donde se desarrollaron a una temperatura de 26 ± 1°C y a una humedad relativa de 70 %.

Identificación de larvas colectadas**.** Las muestras utilizadas se observaron al estéreomicroscopio para comprobar que las larvas colectadas fueran de gusano cogollero, según las especificaciones de Negrete y Morales, 2003.

Preparación de muestras

- Larvas de gusano cogollero muertas

De las larvas obtenidas en el campo y posterior a su inclusión a la dieta artificial, éstas fueron examinadas diariamente y se fueron retirando las larvas que por alguna causa murieron, excluyendo aquellas que murieron por ataque de parasitoides. Se utilizó un gramo de larvas muertas de gusano cogollero, se maceró hasta obtener una mezcla homogénea. Se hicieron diluciones seriadas en base 10. De las diluciones 10^{-3}, 10^{-4} y 10^{-5} se tomaron 100 µL de muestra y se inocularon en los tres diferentes medios, para el crecimiento de bacterias se utilizó agar nutritivo y agar luria bertani, se sembró por duplicado por la técnica de extensión en superficie, para el desarrollo se bacterias se incubó a 37°C por 48 horas y para el desarrollo de hongos se

utilizó PDA y se incubó por 5 días a 25°C. Se siguió este mismo procedimiento para cada sitio a analizar.

Recuento de Unidades Formadoras de Colonias (UFC)

Para el conteo de bacterias se tomó como base las especificaciones establecidas por la Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. Para el conteo de hongos y levaduras se tomaron como base las especificaciones establecidas por la Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.

Caracterización morfológica de microorganismos

Caracterización macroscópica en bacterias

A partir del crecimiento de los microorganismos presentes en las placas de cultivo en condiciones aerobias se evaluaron sus características macroscópicas registrando lo siguiente: forma, color de la colonia, tamaño (mm), borde, elevación, superficie, luz transmitida.

Caracterización macroscópica en hongos

Para la identificación macroscópica de los hongos se tomaron en cuenta las características morfológicas de las cepas registrando lo siguiente: color del micelio, color del borde, tamaño, forma, borde, elevación, textura. Los criterios tomados para la caracterización macroscópica para bacterias y hongos se hicieron utilizando claves para morfología colonial.

Caracterización microscópica en bacterias

La caracterización microscópica consistió en la diferenciación de la morfología de las bacterias con respecto a su capacidad de ser teñidas. Para este estudio se utilizó la tinción de Gram.

Caracterización microscópica en hongos

Para observar la estructura de los hongos se utilizó la técnica del montaje en cinta adhesiva.

Se localizó en las preparaciones estructuras especiales como conidióforos, conidios, etc. Para determinar su género se utilizaron claves de morfología, es decir, el manual de Barnett & Hunter 1998.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuantificación de Unidades Formadoras de Colonias (UFC)

Como se puede observar en el Cuadro 1, la carga microbiana presente en larvas muertas es alta, esto se debe a que al morir la larva, ésta se torna de un color negruzco y se comienza a hinchar, despidiendo un olor desagradable, señal de presencia de bacterias, con el trascurso del tiempo las bacterias contenidas dentro de las larvas comienzan a proliferar.

Cuadro 1.Conteo de UFC de bacterias aerobias en larvas muertas de gusano cogollero

Sitio	Localidad	Medio de Cultivo	Colonias contadas			UFC/g
			1:1000	1:10000	1:100000	
2	La Ferrería	AN	>250	150	69	4,200,000
		LB	>250	106	26	1,830,000
3	Colonia Minerva	AN	>250	>250	132	13,200,000
		LB	>250	>250	123	12,300,00
4	Francisco I. Madero	AN	crecimiento extendido	30	16	300,000
		LB	crecimiento extendido	crecimiento extendido	27	2,700,000
5	Canatlán	AN	> 250	98	15	980,000
		LB	206	65	25	1,118,666
7	Guadalupe Victoria	AN	0	0	0	<100
		LB	crecimiento extendido	crecimiento extendido	26	2,600,000
9	Santiago Papasquiaro	AN	>250	120	49	3,050,000
		LB	>250	142	36	2,510,000

UFC: Unidades Formadoras de Colonias.

Analizando los resultados se observó que las larvas de la Colonia Minerva presentó la mayor cantidad de microrganismos obteniendo UFC/g de $13.2x10^6$ en agar nutritivo y $12.3x10^6$ en agar luria bertani, lo cual es evidente ya que el 47% de las larvas colectadas presentaba síntomas de presencia de bacterias, las cuales provocaron su muerte.

Cuadro 2. Conteo de UFC de hongos en larvas muertas de gusano cogollero

Sitio	Localidad	Medio de cultivo	UFC/g
2	La Ferrería	PDA	4,000 Valor estimado
3	Colonia Minerva	PDA	36,666 valor estimado
4	Francisco I. Madero	PDA	280000
5	Canatlán	PDA	4,000 Valor estimado
7	Guadalupe Victoria	PDA	5,500 Valor estimado
9	Santiago Papasquiaro	PDA	41,666 Valor estimado

*: UFC: Unidades Formadoras de Colonias

La presencia de hongos y levaduras en muestras muertas se viomuy limitada. Al no tener UFC representativas, solo Francisco I. Madero presentó 28 colonias de hongos (Cuadro 2). La aparición de levaduras solo se dio en las larvas de los sitios de la Ferrería y Canatlán (Cuadro 3) en los medios de cultivo de agar nutritivo y luria bertani, ambas con características morfológicas distintas.

Cuadro 3. Conteo de UFC de levaduras en larvas muertas de gusano cogollero

Sitio	Localidad	Medio de cultivo	UFC/g
2	La Ferrería	AN	7,000,000
		LB	4,000,000
5	Canatlán	LB	200,000 Valor estimado

*: UFC: Unidades Formadoras de Colonias

Porcentaje de microorganismos presentes en larvas de gusano cogollero

En general, las muestras analizadas de larvas muertas presentaron un porcentaje de 35.39 % de diplococos Gram negativos, 61.83% de cocos Gram negativos y 2.75 de bacilos Gram positivos (Cuadro 4). Predominando la presencia de cocos Gram negativos.

Cuadro 4. Porcentaje de bacterias presente en larvas muertas de gusano cogollero

Sitio	Localidad	Medio de cultivo	Porcentaje de bacterias		
			Diplococos Gram (-)	cocos Gram (-)	Bacilos Gram (+)
2	La Ferrería	AN	6.77%	91.89%	1%
		LB	0.74%	98.15%	1.10%
3	Colonia Minerva	AN	1.50%	98%	---
		LB	0.06%	99.73%	0.14%
4	Francisco I. Madero	AN	100%	---	---
		LB	75.86%	13.79%	10.34%
5	Canatlán	AN	46.80%	45.20%	8%
		LB	52.37%	40.88%	6.75%
7	Guadalupe Victoria	AN	---	---	---
		LB	100%	---	---
9	Santiago Papasquiaro	AN	5.10%	93.13%	1.76%
		LB	---	99.11%	0.88%

Como se puede observar en el Cuadro 5, el porcentaje de mayor incidencia es el del genero *Asperguillus sp.,* este hongo se encuentra muy ampliamente en la naturaleza por lo que es muy común encontrarlo en cultivos de maíz ya que este se encuentra tanto en el suelo como en plantas en estado de descomposición o enfermas.

Caracterización morfológica de microorganismos presentes en larvas de gusano cogollero.

Se determinó la morfología macroscópica y microscópica de bacterias aerobias presentes en larvas muertas de gusano cogollero. En los ocho sitios analizados se mostró una similitud en cuanto a las bacterias desarrolladas en diferentes medios de cultivo, a pesar de que ambos sitios presentaban similitud de bacterias estas se manifestaban en diferentes porcentajes, es decir, predominaban más el desarrollo de una que de otra bacteria o levadura, esto se puede constatar en el Cuadro 3.

Cuadro 5. Porcentaje de hongos presente en larvas muertas de gusano cogollero

Sitio	Localidad	Genero	Porcentaje
2	La Ferrería	*Aspergillus sp. (1)*	50%
		Alternaria sp.	25%
		café claro	25%
3	Colonia Minerva	*Metarhizium sp*	33%
		Aspergillus sp. (1)	33%
		Beauveria sp.	17%
		Ulocladium sp.	17%
4	Francisco I. Madero	*Aspergillus sp. (2)*	50%
		Beauveria sp.	17.85%
		Aspergillus sp. (3)	14.28%
		Curvularia sp.	10.71%
		Ulocladium sp.	7.14%
5	Canatlán	*Metarhizium sp.*	25%
		Aspergillus sp. (1)	25%
		Fusarium sp.	25%
		Beauveria sp.	25%
7	Guadalupe Victoria	*Metarhizium sp.*	50%
		Aspergillus sp. (2)	50%
9	Santiago Papasquiaro	*Aspergillus sp. (1)*	50%
		Cladosporium sp.	25%
		Metarhizium sp.	12.50%
		Beauveria sp.	12.50%

* Las cepas (1), (2) y (3) pertenecen al mismo género pero son especies diferentes

En el Cuadro 6 se describen las características morfológicas encontradas en las diferentes bacterias aisladas en muestras de gusano cogollero. Las características microscópicas y macroscópicas encontradas en el presente estudio coinciden con los reportados por Galvis y colaboradores en el 2009.

A partir de la muestra de gusano cogollero se obtuvo un total de 14 cepas de hongos, las cuales corresponden a 12 géneros, cuya clasificación se basó en la observación de las colonias, y de manera microscópica utilizando claves taxonómicas, recurriendo al manual Illustrated General Of Imperfect Fungi.

Cuadro 6. Descripción morfológica de bacterias presentes en gusano cogollero

Descripción de la colonia	Descripción microscópica	Gram
Colonias color blanco, consistencia cremosa, forma circular, de elevación plana y bordes lisos.	Diplococos	-
Colonias de color amarillo claro, puntiformes, borde convexo-plano, superficie lisa, translúcida.	Cocos	-
Colonias de color crema, forma rizoide, borde ondulado, elevación plano-convexa.	Bacilos	+
Colonias de color amarillo, forma circular, borde entero, elevación convexa, superficie lisa.	Bacilos	+
Colonias de color blanco, forma circular, borde irregular, elevación plana, superficie lisa y consistencia cremosa.	Bacilos	+
Colonia de color rosa, forma circular, borde entero, elevación convexa, superficie lisa.	Levadura	+
Colonia de color naranja, forma circular, borde entero, elevación convexa, superficie lisa.	Levadura	+

CONCLUSIONES

Con la determinación del perfil microbiano del gusano cogollero se pudo conocer la diversidad de microorganismos que éstos presentan, al trabajar con varios sitios, se pudo observar que las muestras posen similitud de bacterias, al contrario con los hongos, aquí se constató que cada sitio analizado presentaba diferentes géneros de hongos aunque algunos sitios compartían similitud entre ellos y en algunos insectos la ausencia de estos.

Una vez realizados todos los análisis se determina que no es una mejor forma de obtener microorganismos entomopatógenos al trabajar con material ya muerto, ya que de esta manera no se obtuvo una amplia variedad de cepas de hongos.

Los hongos entomopatógenos sin duda alguna representan una alternativa para el control de plagas, ya que estos no dañan al medio ambiente ni al hombre y su obtención es económica siendo una manera de implementar la agricultura sustentable.

BIBLIOGRAFÍA

Barnett, H., & Hunter, B. (1998). *Illustrated General Of Imperfect Fungi*. 3rd ed. APS Press, St. Paul, Minnesota, USA.

Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994. Diario Oficial de la Federación, 10 de noviembre de 1995.

Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994. Diario Oficial de la Federación, 10 de mayo de 1995.

Galvis j., Quiñones, R., & Jiménez, P. (2009). Aislamiento de microorganismos del tracto digestivo de larvas de coleópteros y lepidópteros detritivos y evaluación, in vitro, de su efecto antagónico en una cepa de Fusarium oxysporum. 5(1). pp. 108-112

González. E.M.S., M. González E. y M. A. Márquez L., (2007). *Vegetación y Ecorregiones de Durango.* Plaza y Valdés S. A. de C. V. México DF. 219 pp.

Hernández, D., Ferrer, F. & Linares, B. (1989). Introducción de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) para controlar *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera:Noctuidae) en Yaritagua Venezuela. *Agronomía tropical* 39(1-3). pp. 41-61

Negrete F. & Morales, J. (2003). *El gusano cogollero del maíz (Spodoptera frugiperda. Smith).* Universidad del Sinú. Montería, Colombia. pp-10

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (s.f). Recuperado el 04 de enero del 2015, de http://www.siap.gob.mx/maiz-grano/.

PARASITOIDES DE GUSANO COGOLLERO *SPODOPTERA FRUGIPERDA* L. (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) DE IMPORTANCIA ECONÓMICA EN MÉXICO

María Berenice González-Maldonado, J. Natividad Gurrola-Reyes y Jesús Lumar Reyes-Muñoz

Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR Unidad Durango. COFAA. Sigma No. 119. Fracc. 20 de Nov. II. C.P. 34220. Durango, Dgo. mbgonzalez@ipn.mx.

INTRODUCCIÓN

El gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) es una de las principales plagas de cultivos de importancia económica en el continente americano (Jourdie *et al.,* 2010). En Durango, México, el maíz es uno de los principales cultivos agrícolas, después del frijol; en el ciclo primavera-verano 2013 se sembraron 154,505.25 ha de maíz con una producción de 297,383.44 ton y un rendimiento de 1.97 ton/ha (SIAP, 2014).

El control biológico de *S. frugiperda* incluye microorganismos y enemigos naturales, de los cuales los parasitoides han demostrado su importancia como agentes reguladores de poblaciones de esta plaga. En México, se han reportado dos parasitoides de importancia en la región neártica y neotropical, debido a su frecuencia, distribución y porcentajes de parasitismo: *Campoletis sonorensis* y *Chelonus insularis* (Bahena-Juárez *et al.* 2012, Jourdie *et al*. 2010, García-Gutiérrez *et al.* 2013). En Durango, en los últimos tres años (2012-2014) *C. sonorensis* y *Ch. insularis* han sido los parasitoides más abundantes en la Región de los Valles. Jourdie *et al.* (2010) también reportan a estas especies como predominantes en México en maíz (Colima, Chiapas, Jalisco, Nayarit, Puebla, Veracruz) durante 2005 y 2006, siendo *Ch. insularis* la especie más ampliamente distribuida.

El objetivo de éste estudio es contribuir al conocimiento del parasitismo y distribución de *Ch. insularis* y *C. sonorensis* en Durango y otros estados en México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la región de los Valles, la cual se localiza en la parte central y sureste (región de los Llanos) del estado de Durango. Los muestreos de larvas de gusano cogollero se realizaron en 16 sitios de cuatro localidades, a una altitud entre 1870 y 1957 msnm (cuatro recolectas quincenales por sitio). Las colectas se realizaron del 12 de junio al 22 de agosto del

2014, en cultivos de maíz. Se colectaron 100 larvas de gusano cogollero/sitio. Las larvas se depositaron en vasos de plástico con 8 g de dieta artificial (Ashby, 1972), posteriormente fueron trasladados al Laboratorio de Entomología del CIIDIR-IPN Unidad Durango, donde se colocaron en una cámara de cría (25-27 ºC, 60% de H. R. y fotoperiodo 14:10 H: L) hasta que alcanzaron su desarrollo completo o emergiera el parasitoide.

Los parasitoides que emergieron de *C. sonorensis* o *Ch. insularis* fueron colocados en viales de plástico de 5 mL de capacidad con alcohol al 96% y se almacenaron a -20°C para su posterior identificación morfológica, fueron separados a nivel de género, usando las claves taxonómicas de Wharton *et al*. (1997). La identificación de especies fue realizada por el Dr. Alejandro González Hernández de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UANL.

Para estimar el porcentaje de parasitismo de cada una de las especies de parasitoides de *S. frugiperda* se utilizó la fórmula de Bahena y Velázquez (2012). Además, se realizó una revisión bibliográfica para conocer la distribución de *C. sonorensis* y *Ch. insularis* en los estados de la República donde se han realizado estudios al respecto y comparar los resultados del porcentaje de parasitismo con los de este estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

C. sonorensis (Cameron) fue el parasitoide más abundante en la región de los Valles, con un porcentaje de parasitismo máximo de 7.7% en 2014, en años anteriores se presentaron porcentajes de parasitismo de hasta 44.3% (2012) (1949 msnm), en la localidad J. Gpe. Aguilera en Canatlán, Dgo., la cual cuenta con las condiciones ambientales propicias para la reproducción de *C. sonorensis* (Clima, temperatura, humedad relativa, árboles frutales circundantes al cultivo).

C. sonorensis se encontró presente en Buenavista, Saltillo, Coah. (0.75%) (Ríos-Velasco *et al*. 2011). Además, se encuentra reportado en Colima, Jalisco, Guanajuato y Nayarit, aunque no se presentan sus porcentajes de parasitismo (Jourdie, 2008; 2010, Bahena-Juárez, 2008). Este parasitoide presentó mayor porcentaje de parasitismo en San Pedro Pareo, Mich., hasta con 98% (Bahena-Juárez *et al*. 2012), anteriormente *C. sonorensis* se había reportado en el Valle Morelia-Queréndaro, Mich., también se encontró al parasitoide con mayor porcentaje de parasitismo 51.5% en Etla, Oax. (Martínez-Martínez *et al*. 2012). *C. sonorensis* causó 23.1% de

parasitismo en Poza Rica, Veracruz, siendo el parasitoide con mayor porcentaje de parasitismo (Hoballah *et al*. 2004).

En relación a *Ch. insularis* (Cresson) en 2014, el porcentaje de parasitismo bajó a 4.34% en la Col. Minerva a una altitud promedio de 1881 msnm (presente en 11 de los 16 sitios muestreados), en relación a los años anteriores en otras localidades (19%-2012 La Ferrería, 17%-2013 Canatlán), se observó que todos los porcentajes de parasitismo fueron disminuyendo a través de los años.

En Buenavista, Saltillo, Coah. *Ch. insularis* también fue la especie con mayor porcentaje de parasitismo (21.4%) (Ríos-Velasco *et al.* 2011). En la Región llamada "La Frailesca (Villacorzo y Villaflores), Chiapas, *Ch. insularis* estuvo presente en 1.2% (Ruíz-Nájera *et al.* 2007). En el Valle de Apatzingán, Mich., Bahena-Juárez *et al.* (2010) reportaron a *Ch. insularis*. En Xalisco, Nay., *Ch. insularis* también fue el parasitoide con mayor porcentaje de parasitismo (3.9%) (Estrada-Virgen *et al.* 2013).

Molina-Ochoa *et al.* (2004) reportan a *Ch. insularis* en Sinaloa (pasto sudán, maíz), Nayarit (maíz-sorgo), Jalisco (maíz), Michoacán (maíz, sorgo), Colima (maíz), donde este parasitoide fue el más abundante en los cinco estados (de 1.0 a 16.7%). En otro estudio realizado en Sinaloa se obtuvieron siete especies de parasitoides, siendo *Ch. insularis* la especie predominante con 490 larvas parasitadas de 5,165 larvas colectadas en Guasave y Ahome (9.48%) (Cortez-Mondaca *et al.* 2012). En Sonora, en los Valles del Mayo y del Yaqui, *Ch. insularis* se presentó con una abundancia del 8.2% (Cortez-Mondaca *et al.* 2010). En Poza Rica, Veracruz estuvo presente en un 1.70% (Hoballah *et al*. 2004), en Oaxaca se reporta con un 31.0% (Martínez-Martínez *et al.* 2012). Jourdie *et al.* (2010) lo reportaron además en Guanajuato, Colima, Chiapas, Jalisco, Nayarit y Puebla.

Bahena-Juárez (2008, 2010) reporta a *Ch. insularis* en Baja California Norte, Chihuahua, D. F., Guerrero, Estado de México, Nuevo León, Oaxaca, San Luis Potosí, Tamaulipas, Tlaxcala, Morelos, Yucatán, Quintana Roo. Saavedra-Aguilar (2009), lo reporta para Hidalgo, además de algunos de los estados antes mencionados, lo cual indica que de acuerdo con éste estudio, el parasitoide se encuentra distribuido en 27 de los 32 de la República Mexicana, no se encontraron reportes de su distribución en Zacatecas, Tabasco, Aguascalientes, Baja California Sur y Campeche. De acuerdo con los resultados, éste parasitoide presenta bajos niveles de

parasitismo promedio en los 27 estados considerados (1.0-60.3%). *Ch. insularis* es el parasitoide más ampliamente distribuido en México, confirmando lo encontrado en numerosos trabajos (Molina-Ochoa *et al*. 2003, 2004).

CONCLUSIONES

En los estados de la República Mexicana *C. sonorensis* y *Ch. insularis* estuvieron presentes en un 28.1 y 84.4% en cuanto a su distribución, respectivamente, con porcentajes de parasitismo muy diferentes que pueden deberse a las diferencias en el uso de la fórmula utilizada para su determinación y en las diferentes condiciones de altitud y clima (temperatura y precipitación pluvial) de la región de estudio. La información generada en éste estudio es útil, ya que con base a esto se podrían implementar programas de control biológico por conservación y aumento de estas especies.

BIBLIOGRAFÍA

Ashby, G. 1972. The UFAW Handbook on the Care and Management of Laboratory Animals, pp. 582-587. *In*: The Universities Federation for Animal Welfare. A. N., W. Lane-Petter (eds.). Worden, London.

Bahena-Juárez, F. 2008. Enemigos Naturales de las Plagas Agrícolas del Maíz y otros Cultivos. INIFAP. Libro Técnico No. 5. Uruapan, Michoacán. 174 p.

Bahena-Juárez, F., E. de Lange, K. Farnier, E. Cortez-Mondaca, R. Sánchez-Martínez, F. García-Pérez, M. Miranda-Salcedo, T. Degen, B. Gaudillat y R. Aguilar-Romero. 2010. Parasitismo de gusano cogollero del maíz *Spodopterra frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en el Centro de México, pp. 204-209. *En*: Memorias del XXXIII Congreso Nacional de Control Biológico. Noviembre, 2010. Michoacán, México. 495 p.

Bahena-Juárez, F. y J. de J. Velázquez-García. 2012. Manejo Agroecológico de Plagas en Maíz para una Agricultura de Conservación en el Valle Morelia-Quérendaro, Michoacán. INIFAP. Libro Técnico No. 27. Uruapan, Michoacán. 60 p.

Bahena-Juárez, F., S. Zamora-Equihua, M. García-Becerra y E. Cortez-Mondaca. 2012. Parasitismo natural de *Spodoptera: frugiperda* (J. E. Smith) en las regiones de Pátzcuaro y Valle Morelia Quérendaro, Michoacán, pp. 154-158. *En*: Memorias del XXXV Congreso Nacional de Control Biológico. Noviembre, 2012. Puebla, México. 592 p.

Cortez-Mondaca, E., J. Pérez-Márquez y F. Bahena-Juárez. 2012. Control biológico natural de gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz y en sorgo, en el norte de Sinaloa, México. Southwestern Entomologist 37(3): 423-428.

Estrada-Vírgen, O., J. Cambero-Campos, A. Robles-Bermudez, C. Carvajal-Cazola, N. Isiordia- Aquino y E. Ruíz Cancino. 2013. Parasitoids and entomopathogens of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Nayarit, Mexico. Southwestern Entomologist 38(2): 339-344.

García-Gutiérrez, C., M. B. González-Maldonado y A. González-Hernández. 2013. Parasitismo natural de Braconidae e Ichneumonidae (Hymenoptera) sobre *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Revista Colombiana de Entomología 39(2): 211-215.

Hoballah, M. E., T. Degen, D. Bergvinson, A. Savidan, C. Tamo & T. C. J. Turlings. 2004. Occurrence and direct control potential of parasitoids and predators of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) on maize in the subtropical lowlands of Mexico. Agricultural and Forest Entomology 6: 83-88.

Jourdie, V., E. Virla, H. Murillo, J. M. S. Bento, T. C. J. Turling y N. Alvarez. 2010. Phylogeography of *Chelonus insularis* (Hymenoptera: Braconidae) and *Campoletis sonorensis* (Hymenoptera: Ichneumonidae), two primary neotropical parasitoids of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). Annals of the Entomological Society of America 103(5): 742-749.

Martínez-Martínez, L., L. A. Gutiérrez-Vázquez, C. Olivares-Isidro y R. Jarquín-López. 2012. Parasitismo natural de larvas de *Spodoptera frugiperda* (Smith) en Etla, Oaxaca, pp. 344-347. *En*: Memorias XXXV Congreso Nacional de Control Biológico. Noviembre 2012. Puebla, México. 592 p.

Molina-Ochoa, J., J. E. Carpenter, E. A. Heinrichs & J. E. Foster. 2003. Parasitoids and parasites of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas and Caribbean basis: An Inventary. Florida Entomologist 86(3): 254-289.

Molina-Ochoa, J., J .E. Carpente., R. Lezama-Gutiérrez, J. E. Foster, R. M. González, S. C. Ángel & L. J. Farías. 2004. Natural distribution of hymenopteran parasitoids of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae in Mexico. Florida Entomologist 87(4): 461-472.

Ríos-Velasco, C., G. Gallegos-Morales, J. Cambero-Campos, E. Cerna-Chávez, M. C. Del Rincón-Castro y R. Valenzuela-García. 2011. Natural enemies of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Coahuila, México. Florida Entomologist 94(3): 723-726.

Ruíz-Nájera, E., J. Molina-Ochoa, J. E. Carpenter, J. A. Espinoza-Moreno, J. A. Ruíz-Nájera, R. Lezama-Gutiérrez & J. E. Foster. 2007. Survey for hymenopteran and dipteran parasitoids of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) in Chiapas, Mexico. Journal of Agricultural and Urban Entomology 24(1): 35-42.

Saavedra-Aguilar, M. 2009. Géneros y especies de avispas de la familia Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonidae) del Estado de Hidalgo. Tesis de Doctorado. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 70 p.

Servicio de Información Agropecuaria y Pesquera. SIAP. 2014. Avance de siembras y cosechas. http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/ (17 de Jul. 2014).

Wharton, R. A., P. M. Marsh y M. J. Sharkey. 1997. Manual of the new world genera of the family Braconidae (Hymenoptera). Special Publication of the International Society of Hymenopterists No. 1. 439 p.

MODELOS DE ABUNDANCIA DE ESPECIES LEÑOSAS EN UN BOSQUE DE PINO-ENCINO DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL DE MÉXICO

Rubio Camacho Ernesto Alonso*[1], González Tagle Marco Aurelio[2], Chávez Durán Álvaro Agustín[1], Jaqueline Xelhuantzi Carmona[1] y Alanís Rodríguez Eduardo[2]

[1]Campo Experimental Centro Altos de Jalisco, CIR-Pacífico Centro, INIFAP, Km. 8 carretera Tepatitlán-Lagos de Moreno, C. P. 47600, Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México; [2]Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. rubio.ernesto@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La diversidad de especies constituye es un concepto clave para el manejo de los ecosistemas. Generalmente, la diversidad se estima a partir del número de especies presentes (riqueza) y de la proporción de las mismas (equidad), (Kindt & Coe, 2005; Magurran, 1988). Algunos de los medios más utilizados son los índices de diversidad, como el de entropía de Shannon y el de riqueza, de Margalef (Magurran, 1988). Otra forma de caracterizar la diversidad es a través de las curvas de abundancia de especies (Verberk, 2011).

Los patrones de abundancia de especies son importantes para determinar el estado de los ecosistemas. Estos patrones, pueden visualizarse a través de las curvas de abundancia, en los que gráficamente se ordenan las especies, por su abundancia (número de individuos). Dependiendo de la forma de la curva, se puede determinar si el ecosistema presenta dominancia de alguna especie en particular o si dicha abundancia se distribuye más equitativamente, esto es, las especies tienen número de individuos similar (Magurran, 1988; Verberk, 2011).

Para determinar la forma de esta curva, en varios estudios, se han generado modelos que caracterizan matemáticamente dicha distribución (Magurran, 1988; Matthews & Whittaker, 2014). Algunos de los modelos más conocidos son el modelo Normal-Logarítmico, la serie logarítmica, el modelo geométrico y el modelo neutral (Matthews & Whittaker, 2014; Miranda, 2014). Este tipo de modelos constituyen una base para conocimiento de la abundancia de especies en los ecosistemas y su utilización resulta analítica y visualmente objetiva.

El presente estudio tiene los objetivos de 1) Caracterizar la abundancia de especies en un área de bosque de pino encino de la sierra madre oriental y 2) Probar diferentes modelos para la predicción de la curva de abundancia de especies.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El trabajo de investigación se llevó a cabo en el área del Campus Ecológico Iturbide, manejado por la Universidad autónoma de Nuevo León. El campus se encuentra ubicado a 15 km sureste de Iturbide en el estado de Nuevo León, México, entre las coordenadas 24°42´N y los 99°51´W (Himmelsbach, 2009) y cubre una superficie aproximada de 1035 ha con un rango altitudinal de entre los 1200 y los 1890 m. El área de muestreo está ubicada en la zona del bosque mixto (Figura 1). Los datos se obtuvieron de una parcela permanente de monitoreo de grandes dimensiones (1 hectárea), dónde se registraron todos los árboles ≥ 7.5 cm de $d_{1.30}$. Para la medición del arbolado menor (<7.5 & ≥ 2.5 cm) se establecieron 25 subparcelas de 2 m de radio, anidadas de forma sistemática.

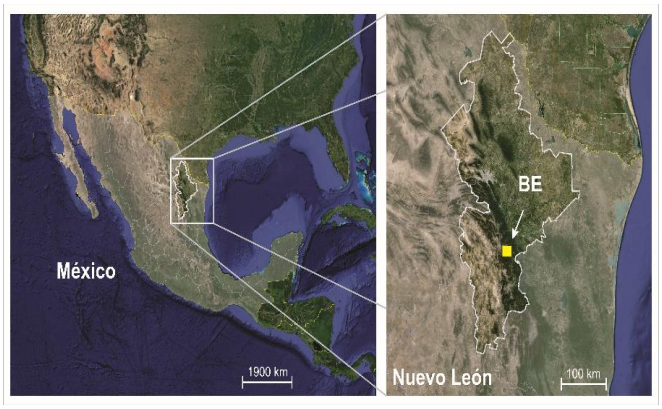


Figura 1. Ubicación del Bosque Escuela (BE), en Iturbide, Nuevo León.

Los modelos de abundancia. En la actualidad existen muchos modelos que se utilizan para describir la diversidad de especies en una comunidad. Algunos de los más utilizados son el Normal-Logarítmico, Serie Logarítmica, Serie Geométrica y el Modelo Neutral de Alonso y Mackane (Miranda, 2014).

Ajuste de los modelos. Se ajustaron los modelos mediante el método de máxima verosimilitud. Los programas utilizados para dicho ajuste son dos principalmente, el R v 3.1.2 (R Development Core Team, 2011) y el RStudio v 0.99 (“RStudio,” n.d.), utilizando las rutinas de Prado y Miranda (2014).

Selección del mejor modelo. La selección de los modelos se llevó a cabo mediante dos métodos, visual y estadístico. El método visual evalúa el comportamiento de los datos predichos contra los observados de manera gráfica, esto es, se observa que la distribución de los datos sea similar. El método estadístico utilizado fue el criterio de información de Akaike (AIC), en el que se comparan los modelos seleccionados tomando en cuenta su ajuste y su complejidad, cuando se comparan dos modelos utilizando éste método la selección del mejor modelo está en función del menor valor en AIC. Sin embargo, también se toma en cuenta el valor delta AIC (dAIC), que compara los modelos con base a su resultado de AIC, menos el mínimo AIC. Cuando el dAIC es menor a 2 quiere decir que no hay diferencia entre los modelos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Abundancia de especies. La curva de abundancia de especies muestra una tendencia de J-invertida. Este tipo de curvas son típicas de lugares donde pocas especies presentan mayor abundancia que la demás y en algunos casos este tipo de curvas pueden tomarse como indicadores de procesos de perturbaciones periódicas en los ecosistemas (Verberk, 2011).

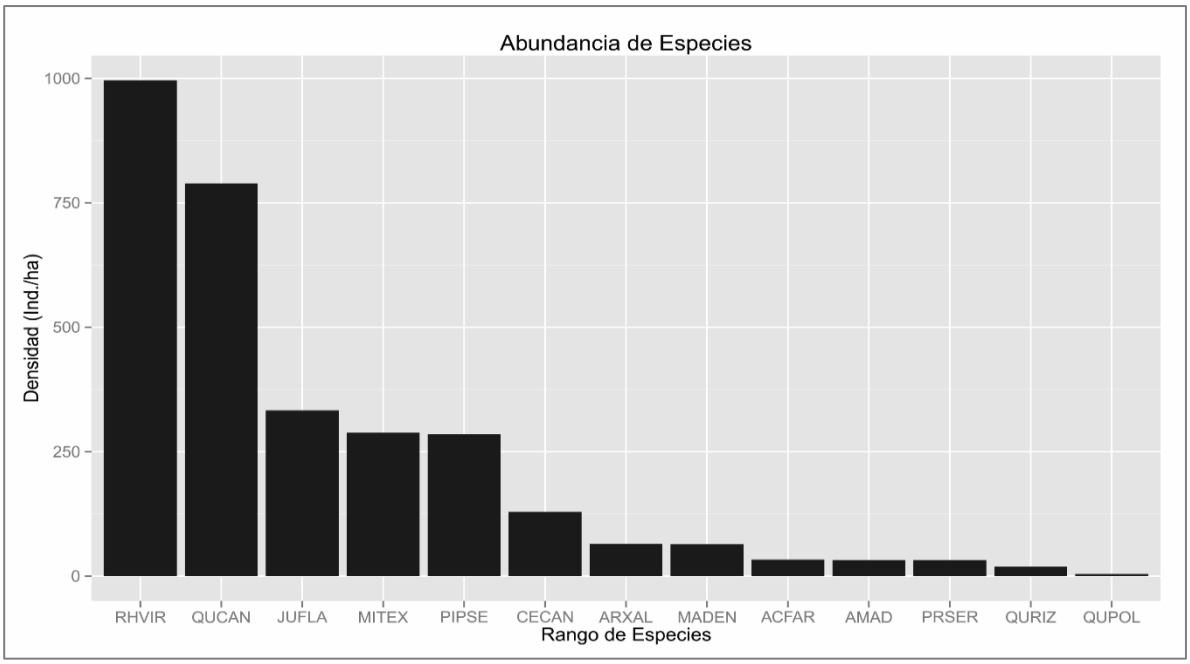


Figura 2. Gráfico de abundancia de especies leñosas en el área de estudio

Prueba de los modelos. En el Cuadro 1 se muestran las características de los modelos probados. El modelo con los mejores ajustes es el Normal Logarítmico, ya que presenta los menores valores en criterio de Akaike, sin embargo no existe un valor de delta AIC menor a 2 entre este y la Serie Geométrica, lo que indica que la comunidad estudiada se puede caracterizar mediante la utilización de estos dos modelos, si solo se toma en cuenta el criterio AIC.

Cuadro 1. Estadísticos y parámetros de los modelos evaluados

Modelo	logLik	AIC	dAIC	GL	Peso
Normal Logarítmico	-82.639	169.279	0.000	2	0.352
Modelo Geométrico	-84.006	170.013	0.734	1	0.244
Modelo Neutral	-86.152	174.303	5.024	1	0.029
Serie Logarítmica	-86.541	175.082	5.803	1	0.019

Análisis gráfico. Gráficamente se puede observar que el modelo que mejor se ajusta es el Normal Logarítmico. Aunque el modelo Geométrico muestra ajustes, visualmente buenos, se observa una separación curva de los datos predichos contra los puntos de los datos observados. Los modelos Neutral y Serie Logarítmica se comportan de manera similar, en ambos modelos la curva de los datos predichos se separa de los puntos observados indicando un ajuste pobre de los modelos.

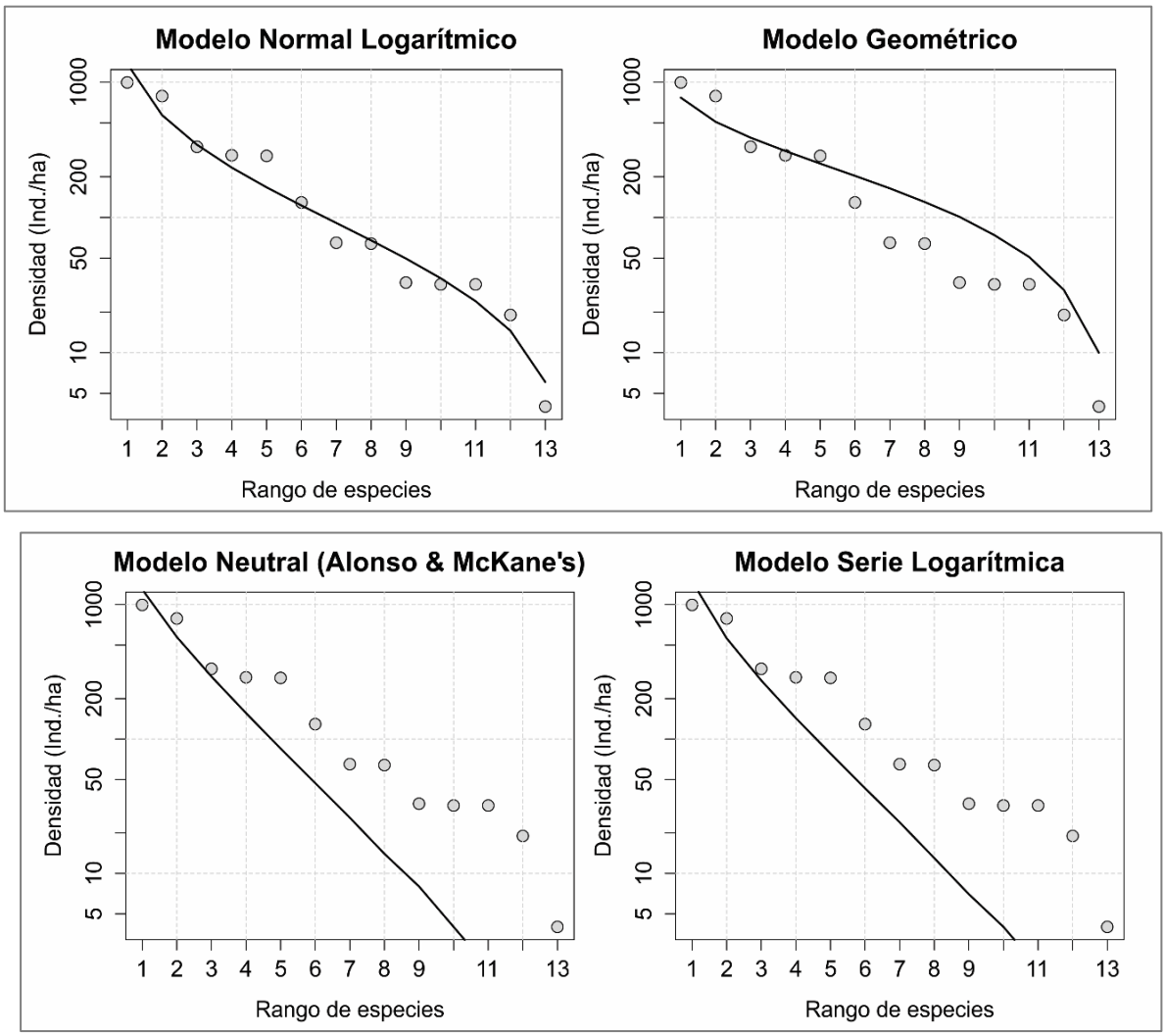


Figura 3. Gráficos de los datos observados vs los datos predichos

CONCLUSIONES

Se utilizaron las curvas de abundancia para ajustar cuatro modelos matemáticos comúnmente utilizados, de cuyos resultados se concluye lo siguiente:

- De los cuatro modelos, dos se ajustan analítica y gráficamente a la distribución de los datos observados.
- Los modelos de mejores ajustes analísticos (menor AIC) fueron el modelo de Serie Normal Logarítmica y el modelo de Serie Geométrica.
- El modelo que presenta un mejor ajuste de manera gráfica es el de Serie Normal Logarítmica.

Debido a lo anteriormente mencionado, el modelo Normal Logarítmica se selecciona como el mejor para caracterizar la distribución de la abundancia de especies en el bosque de pino encino de la comunidad estudiada.

BIBLIOGRAFÍA

Himmelsbach, W. (2009). *Caracterización de Bosques Mixtos de Pino-Encino en la Sierra Madre Oriental en México Considerando el Factor Limitante Hídrico*. Nuevo León, México.

Kindt, R., & Coe, R. (2005). *Tree Diversity Analysis: A Manual and Software for Common Statistical Methods for Ecological and Biodiversity Studies*. World Agroforestry Centre. Retrieved from http://www.worldagroforestry.org/resources/databases/tree-diversity-analysis

Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey: Princeton University Press.

Matthews, T. J., & Whittaker, R. J. (2014). Fitting and comparing competing models of the species abundance distribution: assessment and prospect. *Frontiers of Biogeography*, *6*(2). Retrieved from http://escholarship.org/uc/item/3gz504j3

Miranda, P. I. P. and M. D. (2014, July). sads: Maximum Likelihood Models for Species Abundance Distributions. Retrieved from http://cran.r-project.org/web/packages/sads/index.html

R Development Core Team, R. (2011). R: A Language and Environment for Statistical Computing. (R. D. C. Team, Ed.)*R Foundation for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing. doi:10.1007/978-3-540-74686-7

RStudio. (n.d.). Retrieved from http://www.rstudio.com/products/rstudio/

Verberk, W. (2011). Explaining General Patterns in Species Abundance and Distributions. *Nature*, *3*(10), 38. Retrieved from http://www.nature.com/scitable/knowledge/library/explaining-general-patterns-in-species-abundance-and-23162842

MODELOS DE DIÁMETRO-ALTURA DE *Juniperus flaccida* Schlecht. EN UN BOSQUE TEMPLADO EN EL NORESTE DE MÉXICO

Rubio Camacho Ernesto Alonso*[1], González Tagle Marco Aurelio[2], Chávez Durán Álvaro Agustín[1], Jaqueline Xelhuantzi Carmona[1] y Alanís Rodríguez Eduardo[2]

[1]Campo Experimental Centro Altos de Jalisco, CIR-Pacífico Centro, INIFAP, Km. 8 carretera Tepatitlán-Lagos de Moreno, C. P. 47600, Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México; [2]Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. rubio.ernesto@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La utilización de modelos para predecir el crecimiento y productividad en los bosques constituye una herramienta indispensable para el manejo forestal sustentable. Los modelos más comunes son aquellos que relacionan el diámetro con alguna otra variable del rodal, por ejemplo: el volumen, biomasa, etc. Otros modelos relacionan el diámetro con la altura de los árboles. El diámetro a la altura del pecho ($d_{1.30}$) y la altura total (AT), son dos variables fundamentales para el desarrollo de modelos de crecimiento, además, con estas dos variables se puede caracterizar de manera general la estructura vertical y horizontal del bosque (Gadow et al., 2007; Pretzsch, 2009).

La medición del diámetro ($d_{1.30}$) de un árbol es una variable fácil de tomar, utilizando cintas diamétricas o forcípulas, más no así la altura total (h), cuya medición es más compleja, requiere de aparatos más caros, mayor tiempo y por tanto incrementa los costos de inventario (Prodan et al., 1997; Rohman de la Vega et al., 1994). Sin embargo, la altura puede ser estimada a partir de relaciones alométricas, en este caso, se puede utilizar el diámetro para predecir la altura de un árbol. Es importante destacar, que la relación entre diámetro y altura, es también relacionada a la productividad de un área de ahí la importancia de hacer estudios regionales o locales, basados en este parámetro (Arias-Aguilar, 2012; Vanclay and Henry, 1988).

El presente estudio tiene los objetivos de (1) probar diferentes modelos para la predicción de altura a partir del diámetro en *Juniperus flaccida*, una de las especies más importantes, ecológicamente en la región de estudio, en un bosque mixto de la sierra madre oriental y (2) generar una ecuación de predicción a partir del modelo seleccionado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El trabajo de investigación se llevó a cabo en el área del Campus Ecológico Iturbide, manejado por la Universidad autónoma de Nuevo León. El campus se encuentra ubicado a 15 km sureste de Iturbide en el estado de Nuevo León, México, entre las coordenadas 24°42´N y los 99°51´W (Himmelsbach, 2009) y cubre una superficie aproximada de 1035 ha con un rango altitudinal de entre los 1200 y los 1890 m. El área de muestreo está ubicada en la zona del bosque mixto (Figura 1). Para la recopilación de los datos de diámetro y altura se establecieron en dos parcelas de muestreo de 1 hectárea cada una, dónde se midieron todos los árboles ≥ 7.5 cm de $d_{1.30}$, el diámetro se registró con forcípula y la altura con el VERTEX IV [® HAGLÖF SWEDEN AB] para asegurar la máxima precisión en el registro de la variable.

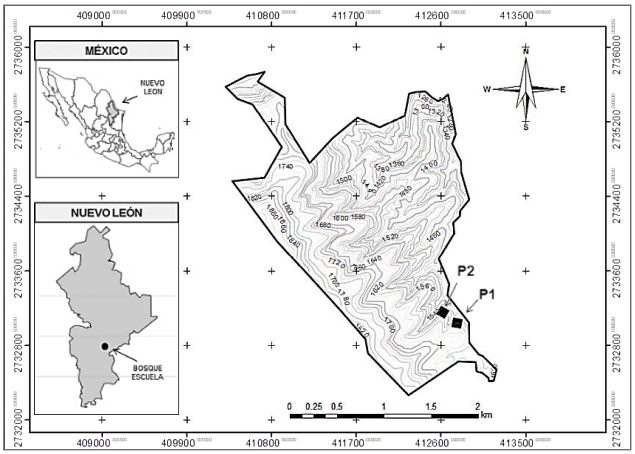


Figura 1. Ubicación del bosque escuela, en Iturbide, Nuevo León. Donde P=Parcela de 100x100m.

Selección de la especie. La importancia de esta especie, a nivel ecológico dentro del área de estudio, se determinó a través del índice de valores de importancia ecológica (Rubio-Camacho et al., 2014). Además esta especie presenta diversos usos, uno de los más importantes es el de restauración de suelos degradados, además, tiene potencial maderable y no maderable, como ornamental y para la producción de leña (SIRE, 2015).

Los modelos de diámetro-altura. Las relaciones entre diámetro y altura generalmente se describen con modelos no lineales. Algunos de los más comunes son el de Prodan, Lineal, Schumacher y Schreuder. A continuación se detallan las ecuaciones:

$(1).-$ *Función de Prodan* $h = 1.3 + \alpha * \log(d) + \beta$

$(2).-$ *Función lineal* $h = a * d + \beta$

$(3).-$ *Función de Gompertz* $h = 1.3 + \alpha * e^{(-e^{((-\gamma)*d-\beta)})}$

$(4).-$ *Función de Schreuder* $h = 1.3 + \alpha * e^{-\beta(1/d)}$

Donde

h= altura del árbol; 1.3 es la adecuación del diámetro a la altura de 1.30 cm; α,β,γ son los parámetros de la función a estimar

Análisis de la información. Para el ajuste de los modelos se utilizó el software R v3.1.2 (R Development Core Team, 2011). Se ajustaron los modelos anteriormente descritos para *Juniperus flaccida* mediante dos procedimientos. El primero es el procedimiento lm (linear models en R) y el procedimiento nls, para los modelos no lineales. Para la comparación entre los modelos se utilizó el coeficiente de determinación R^2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Prueba de los modelos. En el Cuadro 1 se muestran las características de los modelos probados. El modelo con los mejores ajustes es la función lineal, ya que presenta los mayores valores en coeficiente de determinación R^2. El modelo que le sigue es el de Schreuder, Prodan y por último el de Schumacher.

Cuadro 1. Estadísticos y parámetros de los modelos evaluados

	Parámetros				
Función	**b0**	***prob***	**b1**	***prob***	**R^2**
Prodan	3.18	<2e-16	-1.88	0.0176	0.57
Lineal	5.14	<2e-16	0.18	<2e-16	0.60
Schumacher	11.23	<2e-16	7.36	<2e-16	0.54
Schreuder	1.89	3.17E-14	0.46	< 2e-16	0.59

Con estos parámetros se puede elegir el modelo que más se ajuste a las necesidades ya que todos muestran buenos niveles de predicción de asociación entre las variables de diámetro y altura, sin embargo, la función de mejor ajuste fue la lineal y su modelo queda de la siguiente manera:

$$Modelo\ lineal \qquad h = 0.17763 * d + 5.14120$$

Análisis gráfico. Además de los análisis y ajustes estadísticos, se analizaron los resultados de manera gráfica, esto es, utilizando los datos observados contra los predichos por los modelos. En la Figura 3, se puede observar los gráficos resultantes de los cuatro modelos probados, el modelo de lineal muestra un buen ajuste a los datos observados. El modelo de Shereuder también muestra ajustes buenos, solo que al final la curva tiende a alejarse de los datos observados. Los modelos de Prodan y Schumacher presentan buenos ajustes con los datos

cercanos al origen, aunque, la inclinación de la curva aleja de la dispersión de los datos observados.

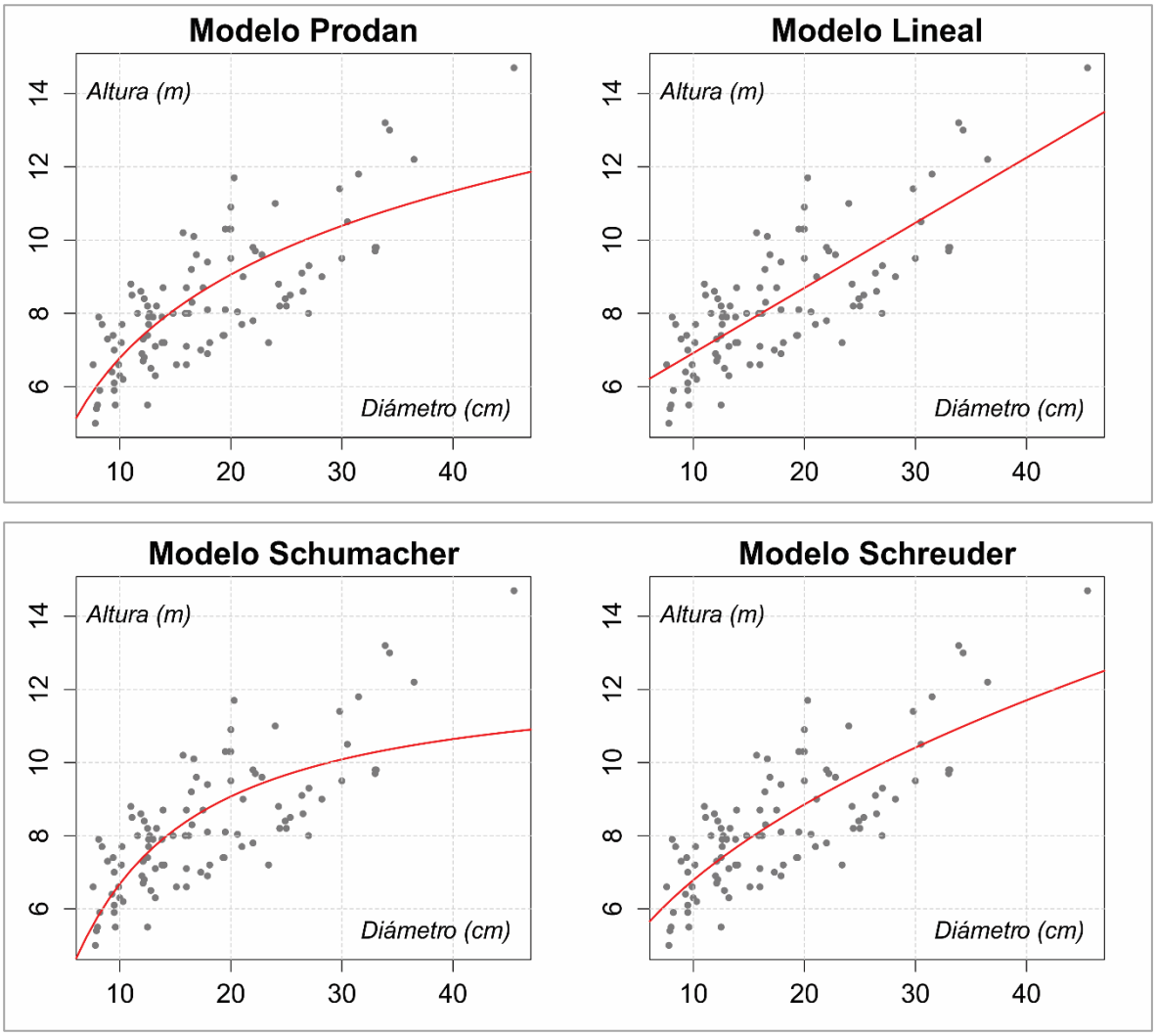


Figura 3. Gráficos de los datos observados vs los datos predichos

CONCLUSIONES

Se probaron los cuatro modelos para la predicción del diámetro a partir de la altura, de los cuales se concluye que: a) Los cuatro modelos se ajustan analítica y gráficamente a la distribución de los datos observados, b) El modelo con los mejores ajustes de manera analítica es el modelo lineal, c) aunque el modelo lineal tiene los mejores ajustes, también el modelo de Scheruder se puede utilizar para predecir la altura en estos rodales. Los modelos de predicción constituyen una herramienta básica para el manejo forestal, y lo que aquí se muestran representan un aporte al conocimiento de *Juniperus flaccida* en los bosques del área de estudio.

BIBLIOGRAFÍA

Arias-Aguilar, D., 2012. Estudio de las relaciones altura-diámetro para seis especies maderables utilizadas en programas de reforestación en la Zona Sur de Costa Rica. Rev. For. Mesoam. Kurú 1, pág. 33–43.

Gadow, K., Sánchez, O.S., Álvarez, G.J.G., 2007. Estructura y crecimiento del bosque.

Himmelsbach, W., 2009. Caracterización de Bosques Mixtos de Pino-Encino en la Sierra Madre Oriental en México Considerando el Factor Limitante Hídrico. Nuevo León, México.

Pretzsch, H., 2009. Forest Dynamics, Growth and Yield: From Measurement to Model. Springer.

Prodan, M., Peters, R., Cox, F., Real, P., 1997. Mensura forestal, Serie de investigación y educación en desarrollo sostenible. GTZ/IICA-Agroamerica, San José, Costa Rica.

R Development Core Team, R., 2011. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Found. Stat. Comput., R Foundation for Statistical Computing. doi:10.1007/978-3-540-74686-7

Rohman de la Vega, C.F., Ramírez-Maldonado, H., Treviño-García, J.L., 1994. Dendrometría. Universidad Autónoma Chapingo.

Rubio-Camacho, E.A., González-Tagle, M.A., Jiménez-Pérez, J., Alanís-Rodríguez, E., Ávila-Flores, D.Y., 2014. Diversidad y Distribución Vertical de Especies mediante el índice de Pretzsch. Cienc. UANL Enero-Febrero, 103–110.

SIRE, 2015. Juniperus flaccida Schlechtendal: PAQUETES TECNOLÓGICOS.

Vanclay, J.K., Henry, N.B., 1988. Assessing site productivity of indigenous cypress pine forest in Southern Queensland. Commonw. For. Rev. 67, 53–64.

IMPLEMENTACIÓN DE UN DIAGRAMA DE MANEJO DE LA DENSIDAD PARA PRESCRIBIR ACLAREOS EN RODALES MEZCLADOS

Gerónimo Quiñonez Barraza[1], Martín Martínez Salvador[2], Juan Carlos Tamarit Urias[3], Xavier García Cuevas[4]

[1]Campo Experimental Valle del Guadiana, Centro de Investigación Regional Norte Centro, INIFAP. Carretera Durango-El Mezquital km 4.5, Durango, Dgo., México. C.P. 34170. [2]Campo Experimental Delicias, Centro de Investigación Regional Norte-Centro INIFAP, [3]Campo Experimental San Martinito, Centro de Investigación Regional Golfo-Centro INIFAP, [4]Campo Experimental Chetumal, Centro de Investigación Regional Sureste INIFAP quinonez.geronimo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El control de la densidad de rodales mezclados es un aspecto muy importante en la planeación del manejo forestal sustentable, con ello se pueden regularizar las estructuras y condiciones dasométricas del bosque. La regulación de la densidad es una de las acciones clave en la silvicultura y manejo forestal sustentable, a través de los aclareos los silvicultores concentran la capacidad productiva de un sitio específico en pocos árboles, de modo que se optimizan los beneficios que se obtienen de los bosques, se libera espacio de crecimiento y se redistribuye el potencial de crecimiento del rodal (Smith *et al*., 1997).

Las medidas de densidad relativa describen el grado de aglutinamiento de un rodal con relación a una condición estándar de densidad. Estas medidas se han usado como herramientas para indicar condiciones de competencia dentro de un rodal, recomendar la aplicación de tratamientos silvícolas o para predecir el crecimiento y rendimiento de rodales. Las medidas tradicionales de densidad relativa como el Índice de Densidad de Reineke (Reineke, 1933), el Factor de Competencia de Copas (Krajicek *et al*., 1961), el Índice de Densidad de Yoda (Yoda *et al*., 1963) y el Índice de Densidad Relativa (Curtis, 1970) entre otros, se desarrollaron suponiendo condiciones muy particulares en los rodales, como una composición homogénea de especies y una distribución específica de edades. Sin embargo, en la práctica la mayoría de los rodales “no manejados” o manejados extensivamente no presentan estas características. Por otro lado, algunos rodales manejados requieren del desarrollo de varias especies, o bien varios estratos, a fin de promover o recuperar la productividad y vigor de los mismos. En ambos casos, cualquier estrategia de manejo del rodal requerirá una medida de densidad relativa que evalúe diferentes condiciones de competencia (Torres-Rojo y Velázquez-Martínez, 2000).

Las medidas de densidad relativa tradicionales para la construcción de diagramas o guías de densidad son el índice de densidad de Reineke (IDR) y el índice de densidad de Yoda (Reineke,

1933; Yoda *et al.,* 1963; Pretzsch, 2009). En la modelación forestal se utiliza el volumen promedio de los árboles y el número de árboles por unidad de superficie para evaluar la densidad de un rodal (Drew y Flewelling, 1979). El objetivo del presente trabajo fue comparar prescripciones de aclareos planteadas en el Programa de Manejo Forestal (PMF) con las sugeridas por el Diagrama de Manejo de la Densidad (DMD) basado en el modelo de Yoda, con enfoque de Regresión Frontera Estocástica, para la relación volumen promedio y número de árboles por hectárea (Vp-N) de rodales mezclados de Durango, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la comparación de los escenarios de aclareos prescritos con el Método de Desarrollo Silvícola (MDS) en el PMF del Ejido San Diego de Tezains, Santiago Papasquiaro, Durango, México, se utilizó la información de 10 unidades de manejo (UM) con prescripción de aclareos para la anualidad 2015, como primer aclareo (ACL1), segundo aclareo (ACL2), tercer aclareo (ACL3) y cuarto aclareo (ACL4). La base de datos procesada en el Sistema de Planeación Forestal para bosque templado (SIPLAFOR) (Comisión Nacional Forestal © 2015), se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Variables de la base de datos usada para la comparación de escenarios de aclareos.

UM	SUP	TS	N	Vp	ICA	IDR	IDY	ER	ERT	AB	IC	P	PT
1	4.5	ACL3	487	0.29	3.2	428.9	1.23	139.0	634.4	19.5	15.0	20.9	95.6
2	7.3	ACL4	284	0.51	2.5	330.3	1.32	143.5	1058.2	16.1	15.0	21.6	159.3
3	3.2	ACL1	1036	0.22	6.4	694.8	1.90	227.4	736.5	29.6	19.0	42.1	136.5
4	4.4	ACL4	427	0.35	4.7	363.1	1.32	148.3	655.5	16.4	24.0	35.7	157.7
5	10.1	ACL2	393	0.37	3.6	343.3	1.30	144.5	1459.5	15.6	19.0	27.0	273.2
6	6.0	ACL2	903	0.34	6.4	786.3	2.55	303.0	1846.5	35.8	16.0	48.4	294.9
7	12.0	ACL1	763	0.51	4.9	937.8	3.35	392.1	4731.1	47.6	16.0	63.5	766.4
8	12.8	ACL3	269	0.44	1.2	325.2	1.09	117.2	1501.1	16.0	23.0	26.5	340.2
9	5.4	ACL3	607	0.25	2.7	454.7	1.31	150.3	816.6	19.9	26.0	38.6	210.0
10	3.7	ACL1	481	0.27	2.7	363.3	1.17	132.2	499.3	15.9	17.0	22.5	85.0

UM es la unidad de manejo, SUP es la superficie (ha), TS es el tratamiento silvícola (primer aclareo, ACL1; segundo aclareo, ACL2; tercer aclareo, ACL3; cuarto aclareo, ACL4); Vp es el volumen promedio (m^3); ICA es el incremento corriente anual (m^3 ha^{-1} $año^{-1}$); IDR es el índice de densidad de rodales de Reineke; IDY es el índice de densidad de rodales de Yoda; ER son las existencias reales (m^3 ha^{-1}); ERT son las existencias reales totales (m^3); AB es el área basal (m^2 ha^{-1}); IC es la intensidad de corta (%); P es la posibilidad (m^3 ha^{-1}) y PT es la posibilidad total (m^3).

Modelo de Yoda

El modelo de Yoda (Yoda *et al*., 1963), como una función de frontera estocástica, para la línea de densidad máxima es dado por la expresión linealizada 1

$$Ln(Vp) = \alpha + \beta Ln(N) + u_i + v_i \quad (1)$$

donde Vp es el volumen promedio, N es el número de árboles por hectárea, α es el parámetro del intercepto y β es el parámetro de la pendiente, v_i es un error aleatorio con distribución normal simétrica, distribuido independientemente de u_i; este asume las variaciones aleatorias para la función de densidad-tamaño máxima, relacionadas con a factores aleatorios, errores en las dimensiones de las variables y se distribuye $iid\ N(0, \sigma_v^2)$; por otro lado, el componente de error u_i es $idd\ N^+(u, \sigma_u^2)$, como un modelo Normal Truncado, es asimétrico y mide la ineficiencia técnica de las observaciones, se distribuye independiente de v_i y de la variable regresora y los parámetros del modelo.

El modelo de Yoda ajustado a 1780 parcelas de inventario de la UMAFOR 1005 "Santiago Papasquiaro y Anexos" de rodales mezclados de *Pinus* (*Pinus durangensis*, *Pinus arizonica*, *Pinus leiophylla*, *Pinus teocote*, *Pinus engelmannii*, *Pinus lumholtzzi*, *Pinus ayacahuite* y *Pinus herrerae*), *Quercus* (*Quercus sideroxila*, *Quercus durifolia*, *Quercus resinosa*, *Quercus crassifolia*, *Quercus rugosa*), *Juniperus deppena*, *Arbutus* jalapensis y *Pseudotsuga menziessii*; el ajuste se presenta como referencia en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Variables de la base de datos usada para la comparación de escenarios de aclareos.

Enfoque	Parámetro	Estimador	EE	t	Pr > t	logL	AIC	SBC	σ	λ
	α	5.765	0.131	44.08	<.0001					
	β	-0.922	0.021	-43.25	<.0001					
MNT	σ_v	0.447	0.023	18.86	<.0001	-1297	2604	2631	0.572	0.796
	σ_u	0.356	0.027	13.15	<.0001					
	μ	0.471	0.028	16.57	<.0001					

logL es el logaritmo de la verosimilitud, AIC es el criterio de Información de Akaike ($AIC = 2k - 2logL$), SBC es el criterio de Información de Schwartz ($SBC = -2logL + klog(n)$), k es el número de parámetros del modelo, n es el número de observaciones, $\sigma = \sqrt{\sigma_u^2 + \sigma_v^2}$ y $\lambda = \sigma_u/\sigma_v$.

Para calificar los rodales por Índice de Densidad de YODA (IDY), con N de referencia de 100 árboles por hectárea, se utilizó la expresión 2 y para obtener el Vp a un IDY específico se utilizó la expresión 3.

$$IDR = Vp\left(\frac{100}{N}\right)^{-0.922} \quad (2)$$

$$Vp = IDY\left(\frac{N}{100}\right)^{-0.922} \quad (3)$$

Diagrama de Manejo de la Densidad

El DMD utilizado para contrastar los escenarios de aclareos de acuerdo a Quiñonez *et al*. (2014), generado para los rodales mezclados de la Unidad de Manejo Forestal (UMAFOR) 1005 "Santiago Papasquiaro y Anexos", el cual considera que la zona mortalidad esta entre 65% y 100% del IDY máximo (4.56 m^3), la zona de crecimiento constante del 35% al 65% del IDY máximo y la zona de crecimiento libre del 20% al 35% del IDY máximo. El DMD se presenta en la Figura 1.

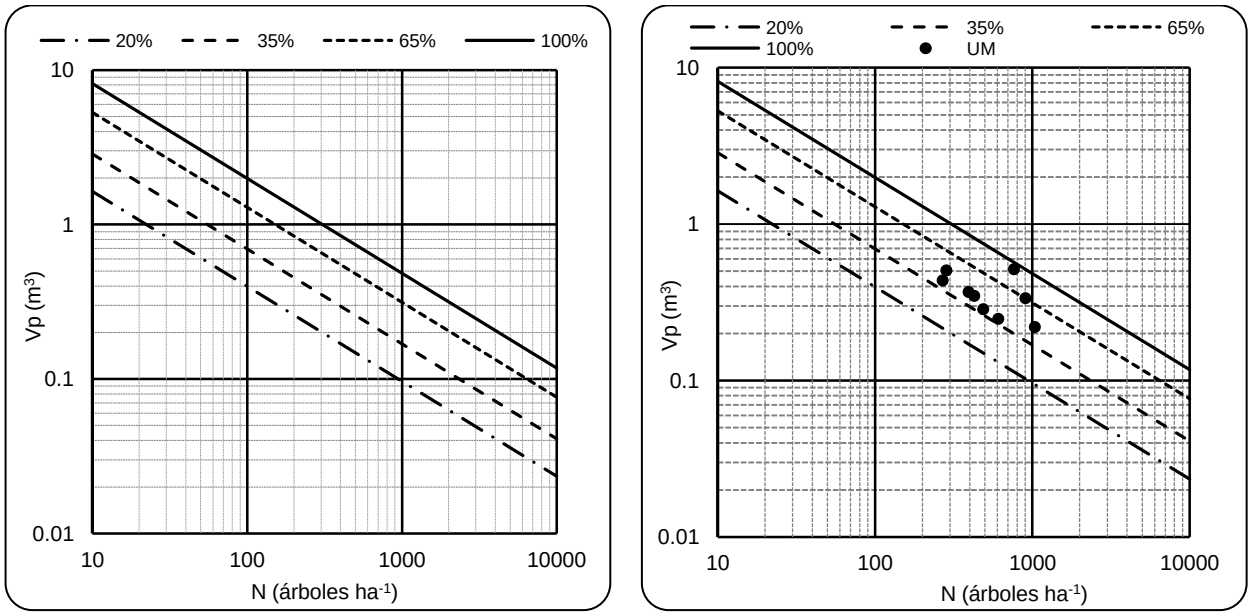


Figura 1. Diagrama de Manejo de la Densidad con el modelo de Yoda para la mezcla de especies de la UMAFOR 1005 "Santiago Papasquiaro y Anexos" en Durango (izquierda) y relaciones de Vp-N para las UM seleccionadas (derecha).

La información que define la relación funcional Vp-N de la información utilizada (figura 1, derecha), en la cual se puede apreciar que el 90% de los datos se encuentra en la zona de crecimiento constante y el 10% en la zona de mortalidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con la implementación del DMD y la simulación de los aclareos se encontró que en el 70% de las prescripciones, lo sugerido por el DMD optimiza la intensidad de corta conforme a lo

señalado en el PMF y en el 30% el volumen que se recomienda extraer es inferior al señalado en el PMF. Las prescripciones de los aclareos con el DMD se realizan dentro de la zona de crecimiento constante (35% - 65% del IDY máximo). En el Cuadro 3 se presentan las secuelas de aclareos para las UM seleccionadas, para la UM 8, 9 y 10, de acuerdo al DMD, la prescripción del PMF implica que después de la corta la condición de densidad quedará por debajo de la línea del 35% del IDY, lo que implica que quedarían en la zona de crecimiento libre y con ello se pierde volumen por ocupación del espacio. El DMD posee la cualidad de prescribir aclareos para tomar decisiones silvícolas de acuerdo a la competencia interespecífica e intraespecífica de los rodales mezclados (Husch et al., 1982; Torres y Magaña, 2001).

Cuadro 3. Secuelas de aclareos sugeridas con el DMD en la zona de crecimiento constante.

UM	SUP	TS	N	ER	ERT	AB	IC	P	PT	ERR	ABR
1	4.56	ACL3	412	139.0	634.4	19.6	15.4	21.4	97.6	117.6	16.6
2	7.37	ACL4	700	143.5	1058.2	16.2	33.1	47.5	350.1	96.0	10.8
3	3.24	ACL1	690	227.5	736.6	29.7	33.4	76.0	246.1	151.5	19.7
4	4.42	ACL4	320	148.3	655.5	16.4	25.1	37.2	164.5	111.1	12.3
5	10.10	ACL2	300	144.6	1459.6	15.7	23.7	34.3	346.0	110.3	11.9
6	6.09	ACL2	580	303.1	1846.5	35.8	35.8	108.5	660.7	194.6	23.0
7	12.06	ACL1	500	392.2	4731.2	47.6	34.5	34.5	416.1	357.7	43.4
8	12.80	ACL3	210	117.3	1501.1	16.1	21.9	18.2	233.0	99.1	13.6
9	5.43	ACL3	520	150.4	816.6	20.0	14.3	21.5	116.8	128.9	17.1
10	3.78	ACL1	430	132.3	499.4	16.0	10.6	14.0	53.0	118.2	14.3

ERR son las existencias reales residuales (m^3 ha^{-1}) y ABR es el área basal residual (m^2 ha^{-1}).

Las prescripciones del DMD sugieren que se pueden aplicar intensidades de corta mayores al 30%, dentro de la zona de crecimiento constante, de acuerdo a la teoría de Langsaeter (Langsæter, 1941) y están directamente relacionadas con las existencias maderables y el ICA reportados en el PMF.

CONCLUSIONES

Las prescripciones de aclareos sugeridas con el DMD optimizan el volumen y demuestran que se pueden aplicar intensidades de corta superiores al 30% y la condición de crecimiento de los rodales se mantiene en la zona de crecimiento constante, en la cual se maximiza la capacidad productiva del sitio y no se pierde volumen por competencia o mortalidad. El DMD basado en el modelo de Yoda, para la relación funcional volumen promedio en función del número de árboles por hectárea, puede ser aplicado para generar secuela de aclareos, considerando el estado biológico de crecimiento de los rodales.

BIBLIOGRAFÍA

Curtis, R. O. 1970. Stand density measures: an interpretation. Forest Science. 16: 403-414.

Drew, T. J., and J. W. Flewelling. 1979. Stand density management: an alternative approach and its application to Douglas-fir plantations. Forest Science. 25: 518-532.

Husch, B., C. I. Miller, and T. W. Beers. 1982. Forest Mensuration. Third Edition. John Wiley & Sons, Inc. New York, USA. 402 p.

Krajicek, J. E., Brinkman, K. A. and Gingrich, S. F. 1961. Crown competition- A measure of density. Forest Science. 7: 35-42.

Langsæter, A. (1941) Om tynning i enaldret gran-og furuskog Meddelelser fra Det norske Skogforsøksvesen 8:131-216.

Pretzsch, H. 2009. Forest Dynamics, Growth and Yield: From Measurement to Model. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Germany. 664 p.

Quiñonez B., G., M., Martínez S., J. C., Tamarit U., X., García C., H. M., y De los Santos P., 2014. Diagramas de Manejo de la Densidad con modelación de Regresión Frontera Estocástica para mezcla de especies de la UMAFOR 1005 “Santiago Papasquiaro y Anexos”. Campo Experimental Valle del Guadiana, CIRNOC INIFAP. Folleto Técnico Núm. 77. Durango, Durango. México. 53 p.

Reineke, L. H. 1933. Perfecting a stand-density index for even-aged forests. Journal of Agricultural Research. 46: 627-638.

Smith, D. M., B. C. Larson, M. J. Kelty, and P. M. S. Ashton. 1997. The Practice of Silviculture: Applied Forest Ecology. Ninth Edition. John Wiley & Sons, Inc. New York, USA. 537 p.

Torres, R. J. M., y O. S. T. Magaña. 2001. Evaluación de Plantaciones Forestales. Editorial. Limusa. México. 472 p.

Torres-Rojo, J. M., y Velázquez-Martínez, A. 2000. Índices de densidad relativa para rodales coetáneos mezclados. Agrociencia. 34 (4): 497-507.

Yoda, K., T. Kira, H. Ogawa, and K. Hozumi. 1963. Self-thinning in overcrowded pure stands under cultivated and natural conditions (Intraspecific competition among higher plants XI). J. Institute Polytech. Osaka City University, Series D. 14: 107-129.

MANEJO DE PLAGAS Y MICROBIOLOGÍA AGRÍCOLA

PERFIL MICROBIANO DEL GUSANO COGOLLERO *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH) EN DURANGO

J. Natividad Gurrola Reyes[1], Claudia C. Gurrola Pérez[1], María Berenice González Maldonado[1] y Jesús Lumar Reyes[1]

[1]Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional. Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR – IPN Durango. Sigma s/n Fraccionamiento 20 de noviembre II CP 34220. Durango, Dgo., México. Teléfono 618 8142091 Becarios de COFAA. E-mail ngurrola@ipn.mx.

INTRODUCCIÓN

El maíz es el cultivo más importante en México y actualmente se producen alrededor de 21.5 millones de toneladas en una superficie de 8.5 millones de ha., donde la Tasa Media Anual de Crecimiento de México es de -1.8%, en los últimos seis años. En el Estado de Durango el cultivo de maíz representa una fuente de ingresos para las familias rurales, así como para el factor de desarrollo de dicha entidad, ya que se cultivan anualmente 146,587,00 ha de este grano. Sin embargo uno de los principales problemas que afectan la producción de maíz es la presencia de insectos-plaga. El insecto que causa los mayores daños a este cultivo es el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). Esta plaga presenta una distribución muy amplia, sus daños son más evidentes en su etapa de larva, al penetrar al cogollo y alimentarse del mismo, cuando la planta de maíz mide alrededor de 50 cm de altura o menos, genera perforaciones a las hojas y, en ataque severos, muerte del cogollo. El empleo de insecticidas químicos como método de control de la plaga ha traído consigo serios problemas al medio ambiente ya que, la tierra, el aire y el agua son elementos que se ven afectados por estas sustancias químicas, pues de la cantidad del plaguicida aplicado, menos del 1% alcanza a la plaga y el 99 % restante se dispersa provocando así el uso indiscriminado de plaguicidas. Lo anterior ha provocado un círculo vicioso: la aplicación desmedida de plaguicidas ha ocasionado que las plagas se hagan resistentes y por lo tanto requieran cada vez mayores cantidades de veneno o sustancias más tóxicas. Aunado a los problemas de salud que pueden presentar las personas que laboran cerca de dichos cultivos. Por lo anterior, la identificación del perfil microbiano de *Spodoptera frugiperda* generará la información necesaria para que, en trabajos posteriores, se realicen pruebas toxicológicas con nuevas cepas de microorganismos entomopatógenos y hacer uso de ellas para el control de tan importante plaga.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El estudio se realizó en la zona agrícola de los Valles de Durango, con afinidades de clima y vegetación al norte y al sur de su extensión (Gonzales *et al.,* 2007). Se

encuentra localizada en una altitud de los 1800-2100 msnm. Los sitios de estudio se ubicaron cuatro en el municipio de Durango, uno en Panuco de Coronado, uno en Vicente Guerrero, uno en Guadalupe Victoria, y uno en el municipio de Santiago Papasquiaro. En estos se establecieron sitios de colecta en maíz y pastizales, los muestreos y colecta de insectos y suelo se llevaron a cabo cada 15 días a partir del mes de julio y hasta noviembre del 2014.

Material biológico. Los insectos fueron colectados de manera manual y dirigida en plantas de maíz, con pinzas entomológicas, y posteriormente fueron trasladados al laboratorio para su manejo y disposición, y alimentados mediante dieta artificial elaborada en base a una modificación realizada por Hernández *et al.,* 1989.

Muestreo**.** La colecta de larvas de gusano cogollero se realizó en ocho localidades del Estado de Durango, los cuales son las áreas más representativas de cultivo de maíz en el Estado (SIAP, 2015). De cada sitio se colectaron 100 larvas, las cuales fueron tomadas del pseudotallo del maíz, posteriormente fueron depositadas en pequeños vasos de plástico de manera individual con un cubo de aproximadamente 3 cm^3 de dieta artificial, para que continuaran su ciclo. Las larvas recolectadas fueron trasladadas al laboratorio, donde se desarrollaron a una temperatura de 26 ± 1°C y a una humedad relativa de 70 %.

Identificación de larvas colectadas**.** Las muestras utilizadas se observaron al estéreomicroscopio para comprobar que las larvas colectadas fueran de gusano cogollero, según las especificaciones de Negrete y Morales, 2003.

Preparación de muestras

- Larvas de gusano cogollero muertas

De las larvas obtenidas en el campo y posterior a su inclusión a la dieta artificial, éstas fueron examinadas diariamente y se fueron retirando las larvas que por alguna causa murieron, excluyendo aquellas que murieron por ataque de parasitoides. Se utilizó un gramo de larvas muertas de gusano cogollero, se maceró hasta obtener una mezcla homogénea. Se hicieron diluciones seriadas en base 10. De las diluciones 10^{-3}, 10^{-4} y 10^{-5} se tomaron 100 µL de muestra y se inocularon en los tres diferentes medios, para el crecimiento de bacterias se utilizó agar nutritivo y agar luria bertani, se sembró por duplicado por la técnica de extensión en superficie, para el desarrollo se bacterias se incubó a 37°C por 48 horas y para el desarrollo de hongos se

utilizó PDA y se incubó por 5 días a 25°C. Se siguió este mismo procedimiento para cada sitio a analizar.

Recuento de Unidades Formadoras de Colonias (UFC)

Para el conteo de bacterias se tomó como base las especificaciones establecidas por la Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. Para el conteo de hongos y levaduras se tomaron como base las especificaciones establecidas por la Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.

Caracterización morfológica de microorganismos

Caracterización macroscópica en bacterias

A partir del crecimiento de los microorganismos presentes en las placas de cultivo en condiciones aerobias se evaluaron sus características macroscópicas registrando lo siguiente: forma, color de la colonia, tamaño (mm), borde, elevación, superficie, luz transmitida.

Caracterización macroscópica en hongos

Para la identificación macroscópica de los hongos se tomaron en cuenta las características morfológicas de las cepas registrando lo siguiente: color del micelio, color del borde, tamaño, forma, borde, elevación, textura. Los criterios tomados para la caracterización macroscópica para bacterias y hongos se hicieron utilizando claves para morfología colonial.

Caracterización microscópica en bacterias

La caracterización microscópica consistió en la diferenciación de la morfología de las bacterias con respecto a su capacidad de ser teñidas. Para este estudio se utilizó la tinción de Gram.

Caracterización microscópica en hongos

Para observar la estructura de los hongos se utilizó la técnica del montaje en cinta adhesiva.

Se localizó en las preparaciones estructuras especiales como conidióforos, conidios, etc. Para determinar su género se utilizaron claves de morfología, es decir, el manual de Barnett & Hunter 1998.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuantificación de Unidades Formadoras de Colonias (UFC)

Como se puede observar en el Cuadro 1, la carga microbiana presente en larvas muertas es alta, esto se debe a que al morir la larva, ésta se torna de un color negruzco y se comienza a hinchar, despidiendo un olor desagradable, señal de presencia de bacterias, con el trascurso del tiempo las bacterias contenidas dentro de las larvas comienzan a proliferar.

Cuadro 1.Conteo de UFC de bacterias aerobias en larvas muertas de gusano cogollero

Sitio	Localidad	Medio de Cultivo	Colonias contadas			UFC/g
			1:1000	1:10000	1:100000	
2	La Ferrería	AN	>250	150	69	4,200,000
		LB	>250	106	26	1,830,000
3	Colonia Minerva	AN	>250	>250	132	13,200,000
		LB	>250	>250	123	12,300,00
4	Francisco I. Madero	AN	crecimiento extendido	30	16	300,000
		LB	crecimiento extendido	crecimiento extendido	27	2,700,000
5	Canatlán	AN	> 250	98	15	980,000
		LB	206	65	25	1,118,666
7	Guadalupe Victoria	AN	0	0	0	<100
		LB	crecimiento extendido	crecimiento extendido	26	2,600,000
9	Santiago Papasquiaro	AN	>250	120	49	3,050,000
		LB	>250	142	36	2,510,000

UFC: Unidades Formadoras de Colonias.

Analizando los resultados se observó que las larvas de la Colonia Minerva presentó la mayor cantidad de microrganismos obteniendo UFC/g de $13.2x10^6$ en agar nutritivo y $12.3x10^6$ en agar luria bertani, lo cual es evidente ya que el 47% de las larvas colectadas presentaba síntomas de presencia de bacterias, las cuales provocaron su muerte.

Cuadro 2. Conteo de UFC de hongos en larvas muertas de gusano cogollero

Sitio	Localidad	Medio de cultivo	UFC/g
2	La Ferrería	PDA	4,000 Valor estimado
3	Colonia Minerva	PDA	36,666 valor estimado
4	Francisco I. Madero	PDA	280000
5	Canatlán	PDA	4,000 Valor estimado
7	Guadalupe Victoria	PDA	5,500 Valor estimado
9	Santiago Papasquiaro	PDA	41,666 Valor estimado

*: UFC: Unidades Formadoras de Colonias

La presencia de hongos y levaduras en muestras muertas se viomuy limitada. Al no tener UFC representativas, solo Francisco I. Madero presentó 28 colonias de hongos (Cuadro 2). La aparición de levaduras solo se dio en las larvas de los sitios de la Ferrería y Canatlán (Cuadro 3) en los medios de cultivo de agar nutritivo y luria bertani, ambas con características morfológicas distintas.

Cuadro 3. Conteo de UFC de levaduras en larvas muertas de gusano cogollero

Sitio	Localidad	Medio de cultivo	UFC/g
2	La Ferrería	AN	7,000,000
		LB	4,000,000
5	Canatlán	LB	200,000 Valor estimado

*: UFC: Unidades Formadoras de Colonias

Porcentaje de microorganismos presentes en larvas de gusano cogollero

En general, las muestras analizadas de larvas muertas presentaron un porcentaje de 35.39 % de diplococos Gram negativos, 61.83% de cocos Gram negativos y 2.75 de bacilos Gram positivos (Cuadro 4). Predominando la presencia de cocos Gram negativos.

Cuadro 4. Porcentaje de bacterias presente en larvas muertas de gusano cogollero

Sitio	Localidad	Medio de cultivo	Porcentaje de bacterias		
			Diplococos Gram (-)	cocos Gram (-)	Bacilos Gram (+)
2	La Ferrería	AN	6.77%	91.89%	1%
		LB	0.74%	98.15%	1.10%
3	Colonia Minerva	AN	1.50%	98%	---
		LB	0.06%	99.73%	0.14%
4	Francisco I. Madero	AN	100%	---	---
		LB	75.86%	13.79%	10.34%
5	Canatlán	AN	46.80%	45.20%	8%
		LB	52.37%	40.88%	6.75%
7	Guadalupe Victoria	AN	---	---	---
		LB	100%	---	---
9	Santiago Papasquiaro	AN	5.10%	93.13%	1.76%
		LB	---	99.11%	0.88%

Como se puede observar en el Cuadro 5, el porcentaje de mayor incidencia es el del genero *Asperguillus sp.,* este hongo se encuentra muy ampliamente en la naturaleza por lo que es muy común encontrarlo en cultivos de maíz ya que este se encuentra tanto en el suelo como en plantas en estado de descomposición o enfermas.

Caracterización morfológica de microorganismos presentes en larvas de gusano cogollero.

Se determinó la morfología macroscópica y microscópica de bacterias aerobias presentes en larvas muertas de gusano cogollero. En los ocho sitios analizados se mostró una similitud en cuanto a las bacterias desarrolladas en diferentes medios de cultivo, a pesar de que ambos sitios presentaban similitud de bacterias estas se manifestaban en diferentes porcentajes, es decir, predominaban más el desarrollo de una que de otra bacteria o levadura, esto se puede constatar en el Cuadro 3.

Cuadro 5. Porcentaje de hongos presente en larvas muertas de gusano cogollero

Sitio	Localidad	Genero	Porcentaje
2	La Ferrería	*Aspergillus sp. (1)*	50%
		Alternaria sp.	25%
		café claro	25%
3	Colonia Minerva	*Metarhizium sp*	33%
		Aspergillus sp. (1)	33%
		Beauveria sp.	17%
		Ulocladium sp.	17%
4	Francisco I. Madero	*Aspergillus sp. (2)*	50%
		Beauveria sp.	17.85%
		Aspergillus sp. (3)	14.28%
		Curvularia sp.	10.71%
		Ulocladium sp.	7.14%
5	Canatlán	*Metarhizium sp.*	25%
		Aspergillus sp. (1)	25%
		Fusarium sp.	25%
		Beauveria sp.	25%
7	Guadalupe Victoria	*Metarhizium sp.*	50%
		Aspergillus sp. (2)	50%
9	Santiago Papasquiaro	*Aspergillus sp. (1)*	50%
		Cladosporium sp.	25%
		Metarhizium sp.	12.50%
		Beauveria sp.	12.50%

* Las cepas (1), (2) y (3) pertenecen al mismo género pero son especies diferentes

En el Cuadro 6 se describen las características morfológicas encontradas en las diferentes bacterias aisladas en muestras de gusano cogollero. Las características microscópicas y macroscópicas encontradas en el presente estudio coinciden con los reportados por Galvis y colaboradores en el 2009.

A partir de la muestra de gusano cogollero se obtuvo un total de 14 cepas de hongos, las cuales corresponden a 12 géneros, cuya clasificación se basó en la observación de las colonias, y de manera microscópica utilizando claves taxonómicas, recurriendo al manual Illustrated General Of Imperfect Fungi.

Cuadro 6. Descripción morfológica de bacterias presentes en gusano cogollero

Descripción de la colonia	Descripción microscópica	Gram
Colonias color blanco, consistencia cremosa, forma circular, de elevación plana y bordes lisos.	Diplococos	-
Colonias de color amarillo claro, puntiformes, borde convexo-plano, superficie lisa, translúcida.	Cocos	-
Colonias de color crema, forma rizoide, borde ondulado, elevación plano-convexa.	Bacilos	+
Colonias de color amarillo, forma circular, borde entero, elevación convexa, superficie lisa.	Bacilos	+
Colonias de color blanco, forma circular, borde irregular, elevación plana, superficie lisa y consistencia cremosa.	Bacilos	+
Colonia de color rosa, forma circular, borde entero, elevación convexa, superficie lisa.	Levadura	+
Colonia de color naranja, forma circular, borde entero, elevación convexa, superficie lisa.	Levadura	+

CONCLUSIONES

Con la determinación del perfil microbiano del gusano cogollero se pudo conocer la diversidad de microorganismos que éstos presentan, al trabajar con varios sitios, se pudo observar que las muestras posen similitud de bacterias, al contrario con los hongos, aquí se constató que cada sitio analizado presentaba diferentes géneros de hongos aunque algunos sitios compartían similitud entre ellos y en algunos insectos la ausencia de estos.

Una vez realizados todos los análisis se determina que no es una mejor forma de obtener microorganismos entomopatógenos al trabajar con material ya muerto, ya que de esta manera no se obtuvo una amplia variedad de cepas de hongos.

Los hongos entomopatógenos sin duda alguna representan una alternativa para el control de plagas, ya que estos no dañan al medio ambiente ni al hombre y su obtención es económica siendo una manera de implementar la agricultura sustentable.

BIBLIOGRAFÍA

Barnett, H., & Hunter, B. (1998). *Illustrated General Of Imperfect Fungi*. 3rd ed. APS Press, St. Paul, Minnesota, USA.

Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994. Diario Oficial de la Federación, 10 de noviembre de 1995.

Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994. Diario Oficial de la Federación, 10 de mayo de 1995.

Galvis j., Quiñones, R., & Jiménez, P. (2009). Aislamiento de microorganismos del tracto digestivo de larvas de coleópteros y lepidópteros detritivos y evaluación, in vitro, de su efecto antagónico en una cepa de Fusarium oxysporum. 5(1). pp. 108-112

González. E.M.S., M. González E. y M. A. Márquez L., (2007). *Vegetación y Ecorregiones de Durango.* Plaza y Valdés S. A. de C. V. México DF. 219 pp.

Hernández, D., Ferrer, F. & Linares, B. (1989). Introducción de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) para controlar *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera:Noctuidae) en Yaritagua Venezuela. *Agronomía tropical* 39(1-3). pp. 41-61

Negrete F. & Morales, J. (2003). *El gusano cogollero del maíz (Spodoptera frugiperda. Smith).* Universidad del Sinú. Montería, Colombia. pp-10

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (s.f). Recuperado el 04 de enero del 2015, de http://www.siap.gob.mx/maiz-grano/.

PARASITOIDES DE GUSANO COGOLLERO *SPODOPTERA FRUGIPERDA* L. (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) DE IMPORTANCIA ECONÓMICA EN MÉXICO

María Berenice González-Maldonado, J. Natividad Gurrola-Reyes y Jesús Lumar Reyes-Muñoz

Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR Unidad Durango. COFAA. Sigma No. 119. Fracc. 20 de Nov. II. C.P. 34220. Durango, Dgo. mbgonzalez@ipn.mx.

INTRODUCCIÓN

El gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) es una de las principales plagas de cultivos de importancia económica en el continente americano (Jourdie *et al.,* 2010). En Durango, México, el maíz es uno de los principales cultivos agrícolas, después del frijol; en el ciclo primavera-verano 2013 se sembraron 154,505.25 ha de maíz con una producción de 297,383.44 ton y un rendimiento de 1.97 ton/ha (SIAP, 2014).

El control biológico de *S. frugiperda* incluye microorganismos y enemigos naturales, de los cuales los parasitoides han demostrado su importancia como agentes reguladores de poblaciones de esta plaga. En México, se han reportado dos parasitoides de importancia en la región neártica y neotropical, debido a su frecuencia, distribución y porcentajes de parasitismo: *Campoletis sonorensis* y *Chelonus insularis* (Bahena-Juárez *et al.* 2012, Jourdie *et al*. 2010, García-Gutiérrez *et al.* 2013). En Durango, en los últimos tres años (2012-2014) *C. sonorensis* y *Ch. insularis* han sido los parasitoides más abundantes en la Región de los Valles. Jourdie *et al.* (2010) también reportan a estas especies como predominantes en México en maíz (Colima, Chiapas, Jalisco, Nayarit, Puebla, Veracruz) durante 2005 y 2006, siendo *Ch. insularis* la especie más ampliamente distribuida.

El objetivo de éste estudio es contribuir al conocimiento del parasitismo y distribución de *Ch. insularis* y *C. sonorensis* en Durango y otros estados en México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la región de los Valles, la cual se localiza en la parte central y sureste (región de los Llanos) del estado de Durango. Los muestreos de larvas de gusano cogollero se realizaron en 16 sitios de cuatro localidades, a una altitud entre 1870 y 1957 msnm (cuatro recolectas quincenales por sitio). Las colectas se realizaron del 12 de junio al 22 de agosto del

2014, en cultivos de maíz. Se colectaron 100 larvas de gusano cogollero/sitio. Las larvas se depositaron en vasos de plástico con 8 g de dieta artificial (Ashby, 1972), posteriormente fueron trasladados al Laboratorio de Entomología del CIIDIR-IPN Unidad Durango, donde se colocaron en una cámara de cría (25-27 ºC, 60% de H. R. y fotoperiodo 14:10 H: L) hasta que alcanzaron su desarrollo completo o emergiera el parasitoide.

Los parasitoides que emergieron de *C. sonorensis* o *Ch. insularis* fueron colocados en viales de plástico de 5 mL de capacidad con alcohol al 96% y se almacenaron a -20°C para su posterior identificación morfológica, fueron separados a nivel de género, usando las claves taxonómicas de Wharton *et al*. (1997). La identificación de especies fue realizada por el Dr. Alejandro González Hernández de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UANL.

Para estimar el porcentaje de parasitismo de cada una de las especies de parasitoides de *S. frugiperda* se utilizó la fórmula de Bahena y Velázquez (2012). Además, se realizó una revisión bibliográfica para conocer la distribución de *C. sonorensis* y *Ch. insularis* en los estados de la República donde se han realizado estudios al respecto y comparar los resultados del porcentaje de parasitismo con los de este estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

C. sonorensis (Cameron) fue el parasitoide más abundante en la región de los Valles, con un porcentaje de parasitismo máximo de 7.7% en 2014, en años anteriores se presentaron porcentajes de parasitismo de hasta 44.3% (2012) (1949 msnm), en la localidad J. Gpe. Aguilera en Canatlán, Dgo., la cual cuenta con las condiciones ambientales propicias para la reproducción de *C. sonorensis* (Clima, temperatura, humedad relativa, árboles frutales circundantes al cultivo).

C. sonorensis se encontró presente en Buenavista, Saltillo, Coah. (0.75%) (Ríos-Velasco *et al*. 2011). Además, se encuentra reportado en Colima, Jalisco, Guanajuato y Nayarit, aunque no se presentan sus porcentajes de parasitismo (Jourdie, 2008; 2010, Bahena-Juárez, 2008). Este parasitoide presentó mayor porcentaje de parasitismo en San Pedro Pareo, Mich., hasta con 98% (Bahena-Juárez *et al*. 2012), anteriormente *C. sonorensis* se había reportado en el Valle Morelia-Queréndaro, Mich., también se encontró al parasitoide con mayor porcentaje de parasitismo 51.5% en Etla, Oax. (Martínez-Martínez *et al*. 2012). *C. sonorensis* causó 23.1% de

parasitismo en Poza Rica, Veracruz, siendo el parasitoide con mayor porcentaje de parasitismo (Hoballah *et al*. 2004).

En relación a *Ch. insularis* (Cresson) en 2014, el porcentaje de parasitismo bajó a 4.34% en la Col. Minerva a una altitud promedio de 1881 msnm (presente en 11 de los 16 sitios muestreados), en relación a los años anteriores en otras localidades (19%-2012 La Ferrería, 17%-2013 Canatlán), se observó que todos los porcentajes de parasitismo fueron disminuyendo a través de los años.

En Buenavista, Saltillo, Coah. *Ch. insularis* también fue la especie con mayor porcentaje de parasitismo (21.4%) (Ríos-Velasco *et al.* 2011). En la Región llamada “La Frailesca (Villacorzo y Villaflores), Chiapas, *Ch. insularis* estuvo presente en 1.2% (Ruíz-Nájera *et al.* 2007). En el Valle de Apatzingán, Mich., Bahena-Juárez *et al.* (2010) reportaron a *Ch. insularis*. En Xalisco, Nay., *Ch. insularis* también fue el parasitoide con mayor porcentaje de parasitismo (3.9%) (Estrada-Virgen *et al.* 2013).

Molina-Ochoa *et al.* (2004) reportan a *Ch. insularis* en Sinaloa (pasto sudán, maíz), Nayarit (maíz-sorgo), Jalisco (maíz), Michoacán (maíz, sorgo), Colima (maíz), donde este parasitoide fue el más abundante en los cinco estados (de 1.0 a 16.7%). En otro estudio realizado en Sinaloa se obtuvieron siete especies de parasitoides, siendo *Ch. insularis* la especie predominante con 490 larvas parasitadas de 5,165 larvas colectadas en Guasave y Ahome (9.48%) (Cortez-Mondaca *et al.* 2012). En Sonora, en los Valles del Mayo y del Yaqui, *Ch. insularis* se presentó con una abundancia del 8.2% (Cortez-Mondaca *et al.* 2010). En Poza Rica, Veracruz estuvo presente en un 1.70% (Hoballah *et al*. 2004), en Oaxaca se reporta con un 31.0% (Martínez-Martínez *et al.* 2012). Jourdie *et al.* (2010) lo reportaron además en Guanajuato, Colima, Chiapas, Jalisco, Nayarit y Puebla.

Bahena-Juárez (2008, 2010) reporta a *Ch. insularis* en Baja California Norte, Chihuahua, D. F., Guerrero, Estado de México, Nuevo León, Oaxaca, San Luis Potosí, Tamaulipas, Tlaxcala, Morelos, Yucatán, Quintana Roo. Saavedra-Aguilar (2009), lo reporta para Hidalgo, además de algunos de los estados antes mencionados, lo cual indica que de acuerdo con éste estudio, el parasitoide se encuentra distribuido en 27 de los 32 de la República Mexicana, no se encontraron reportes de su distribución en Zacatecas, Tabasco, Aguascalientes, Baja California Sur y Campeche. De acuerdo con los resultados, éste parasitoide presenta bajos niveles de

parasitismo promedio en los 27 estados considerados (1.0-60.3%). *Ch. insularis* es el parasitoide más ampliamente distribuido en México, confirmando lo encontrado en numerosos trabajos (Molina-Ochoa *et al*. 2003, 2004).

CONCLUSIONES

En los estados de la República Mexicana *C. sonorensis* y *Ch. insularis* estuvieron presentes en un 28.1 y 84.4% en cuanto a su distribución, respectivamente, con porcentajes de parasitismo muy diferentes que pueden deberse a las diferencias en el uso de la fórmula utilizada para su determinación y en las diferentes condiciones de altitud y clima (temperatura y precipitación pluvial) de la región de estudio. La información generada en éste estudio es útil, ya que con base a esto se podrían implementar programas de control biológico por conservación y aumento de estas especies.

BIBLIOGRAFÍA

Ashby, G. 1972. The UFAW Handbook on the Care and Management of Laboratory Animals, pp. 582-587. *In*: The Universities Federation for Animal Welfare. A. N., W. Lane-Petter (eds.). Worden, London.

Bahena-Juárez, F. 2008. Enemigos Naturales de las Plagas Agrícolas del Maíz y otros Cultivos. INIFAP. Libro Técnico No. 5. Uruapan, Michoacán. 174 p.

Bahena-Juárez, F., E. de Lange, K. Farnier, E. Cortez-Mondaca, R. Sánchez-Martínez, F. García-Pérez, M. Miranda-Salcedo, T. Degen, B. Gaudillat y R. Aguilar-Romero. 2010. Parasitismo de gusano cogollero del maíz *Spodopterra frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en el Centro de México, pp. 204-209. *En*: Memorias del XXXIII Congreso Nacional de Control Biológico. Noviembre, 2010. Michoacán, México. 495 p.

Bahena-Juárez, F. y J. de J. Velázquez-García. 2012. Manejo Agroecológico de Plagas en Maíz para una Agricultura de Conservación en el Valle Morelia-Quérendaro, Michoacán. INIFAP. Libro Técnico No. 27. Uruapan, Michoacán. 60 p.

Bahena-Juárez, F., S. Zamora-Equihua, M. García-Becerra y E. Cortez-Mondaca. 2012. Parasitismo natural de *Spodoptera: frugiperda* (J. E. Smith) en las regiones de Pátzcuaro y Valle Morelia Quérendaro, Michoacán, pp. 154-158. *En*: Memorias del XXXV Congreso Nacional de Control Biológico. Noviembre, 2012. Puebla, México. 592 p.

Cortez-Mondaca, E., J. Pérez-Márquez y F. Bahena-Juárez. 2012. Control biológico natural de gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz y en sorgo, en el norte de Sinaloa, México. Southwestern Entomologist 37(3): 423-428.

Estrada-Vírgen, O., J. Cambero-Campos, A. Robles-Bermudez, C. Carvajal-Cazola, N. Isiordia- Aquino y E. Ruíz Cancino. 2013. Parasitoids and entomopathogens of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Nayarit, Mexico. Southwestern Entomologist 38(2): 339-344.

García-Gutiérrez, C., M. B. González-Maldonado y A. González-Hernández. 2013. Parasitismo natural de Braconidae e Ichneumonidae (Hymenoptera) sobre *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Revista Colombiana de Entomología 39(2): 211-215.

Hoballah, M. E., T. Degen, D. Bergvinson, A. Savidan, C. Tamo & T. C. J. Turlings. 2004. Occurrence and direct control potential of parasitoids and predators of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) on maize in the subtropical lowlands of Mexico. Agricultural and Forest Entomology 6: 83-88.

Jourdie, V., E. Virla, H. Murillo, J. M. S. Bento, T. C. J. Turling y N. Alvarez. 2010. Phylogeography of *Chelonus insularis* (Hymenoptera: Braconidae) and *Campoletis sonorensis* (Hymenoptera: Ichneumonidae), two primary neotropical parasitoids of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). Annals of the Entomological Society of America 103(5): 742-749.

Martínez-Martínez, L., L. A. Gutiérrez-Vázquez, C. Olivares-Isidro y R. Jarquín-López. 2012. Parasitismo natural de larvas de *Spodoptera frugiperda* (Smith) en Etla, Oaxaca, pp. 344-347. *En*: Memorias XXXV Congreso Nacional de Control Biológico. Noviembre 2012. Puebla, México. 592 p.

Molina-Ochoa, J., J. E. Carpenter, E. A. Heinrichs & J. E. Foster. 2003. Parasitoids and parasites of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas and Caribbean basis: An Inventary. Florida Entomologist 86(3): 254-289.

Molina-Ochoa, J., J .E. Carpente., R. Lezama-Gutiérrez, J. E. Foster, R. M. González, S. C. Ángel & L. J. Farías. 2004. Natural distribution of hymenopteran parasitoids of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae in Mexico. Florida Entomologist 87(4): 461-472.

Ríos-Velasco, C., G. Gallegos-Morales, J. Cambero-Campos, E. Cerna-Chávez, M. C. Del Rincón-Castro y R. Valenzuela-García. 2011. Natural enemies of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Coahuila, México. Florida Entomologist 94(3): 723-726.

Ruíz-Nájera, E., J. Molina-Ochoa, J. E. Carpenter, J. A. Espinoza-Moreno, J. A. Ruíz-Nájera, R. Lezama-Gutiérrez & J. E. Foster. 2007. Survey for hymenopteran and dipteran parasitoids of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) in Chiapas, Mexico. Journal of Agricultural and Urban Entomology 24(1): 35-42.

Saavedra-Aguilar, M. 2009. Géneros y especies de avispas de la familia Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonidae) del Estado de Hidalgo. Tesis de Doctorado. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 70 p.

Servicio de Información Agropecuaria y Pesquera. SIAP. 2014. Avance de siembras y cosechas. http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/ (17 de Jul. 2014).

Wharton, R. A., P. M. Marsh y M. J. Sharkey. 1997. Manual of the new world genera of the family Braconidae (Hymenoptera). Special Publication of the International Society of Hymenopterists No. 1. 439 p.

TASA DE INFECCIÓN DEL TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans* Mont. De Bary), EN VARIEDADES Y CLONES DE PAPA EN LA SIERRA DE ARTEAGA, COAHUILA.

Víctor M. Parga Torres,* Víctor M. Zamora Villa y Juan M. Covarrubias Ramírez.

*Campo Experimental Saltillo, CIRNE-INIFAP, Carretera Saltillo-Zacatecas km 342+119 No. 9515 Col. Hacienda de Buenavista, Saltillo, Coahuila. Tel. 01 800 088 22 22 México. C.P. 25315. parga.victor@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en México, y en particular en la región de Coahuila-Nuevo León, es probablemente el mejor ejemplo para explicar el fenómeno de "Vulnerabilidad de Cultivos". En la actualidad, en México se siembran más del 95% de la superficie con variedades introducidas de papa de Norteamérica, Canadá y Holanda, susceptibles al tizón tardío (*Phytophthora infestans* Mont. De Bary), implicando que deben efectuarse constantes aplicaciones de fungicidas para controlar el ataque del hongo, que requiere entre 15 y 30 aplicaciones de fungicidas preventivos y de 4 a 12 sistémicos para la protección adecuada del cultivo, representando un volumen de más de 5 mil toneladas anuales de agroquímicos sólo para el control de esta enfermedad. A pesar de este número y dosis de fungicidas, se ha tenido daño en tubérculo. Dichas variedades tienen un parentesco cercano, ya que no se ha hecho un esfuerzo importante encaminado a ampliar su base genética. Es conocido que cuando se usan estos cultivares en mejoramiento genético, la progenie resultante tendrá un grado de endogamia debido al parentesco entre sus progenitores, lo que puede reducir su rendimiento y estabilidad; esta situación ha ocasionado una fuerte dependencia hacia el uso de agroquímicos debido a la baja resistencia a las enfermedades y a la falta de adaptación de los cultivares a las condiciones adversas (Spiertz *et al*., 1996). Actualmente, el control de la enfermedad es principalmente con productos químicos que, además de costosos, afectan el medio ambiente. Al respecto, a partir de 1989 con la detección de resistencia al metalaxil, principal fungicida sistémico utilizado para su control y la amplia distribución del tipo de apareamiento A2, se ha intensificado en todo el mundo el problema del tizón tardío. Esta inmigración de cepas (US-8), va a requerir en promedio 25% más de fungicidas (Fry, 1997). En México existen dos ventajas únicas que lo hacen idóneo para nel estudio y utilización de resistencia a tizón tardío: 1) Lugar de origen de *Phytophthora infestans* y, muy probablemente, donde las poblaciones nativas de razas patogénicas son originadas y 2) México es el lugar nativo de las especies silvestres de papa que han servido en todo el mundo como las principales fuentes de resistencia a esta

enfermedad (Niederhauser, 1986). En la Sierra de Arteaga, Coah., los productores de escasos recursos tienen como principales cultivos al manzano y maíz. En la década de los 90, introdujeron la papa como una alternativa de producción a sus cultivos tradicionales, por problemas como el granizo y las heladas tempranas y tardías (el período libre de heladas en la sierra es de Junio a Agosto). Sin embargo, debido a la susceptibilidad al tizón tardío de las variedades introducidas su adopción no fue aceptable por sus altos costos de producción y las pérdidas ocasionadas por el patógeno a pesar de las frecuentes aplicaciones. Por lo anterior, el objetivo del trabajo fue evaluar bajo condiciones de la Sierra de Arteaga la resistencia al tizón tardío de germoplasma generado por el INIFAP y variedades introducidas de Europa y Norteamérica.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se estableció en el ejido Mesa de las Tablas del municipio de Arteaga en Coahuila, México, en las coordenadas 25° 23’ 9.25’’ latitud Norte y 100° 31’ 50.65’’ longitud Oeste, a una altura de 2600 msnm con clima templado subhúmedo. La evaluación fue en el ciclo primavera-verano 2014, bajo condiciones de riego por goteo. El material genético utilizado en este estudio constó de variedades comerciales y clones avanzados del INIFAP cuya característica principal es la resistencia o tolerancia al tizón tardío. Se evaluaron 12 genotipos, entre ellos, seis del Programa Nacional de Papa del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y cuatro variedades comerciales introducidas de Holanda y una de Estados Unidos de Norteamérica, variedades ampliamente utilizadas en las regiones productoras de papa en el país. La siembra se realizó el 03 de junio y la preparación del terreno, fertilización, densidad de siembra y manejo del cultivo en general, fueron los recomendados en la región y sólo se realizaron aplicaciones de insecticidas para el control de pulgones (*Myzus persicae*), chicharras (*Empoasca spp*) y paratrioza (*Bactericera cockerelli*).

Para evaluar la susceptibilidad de los genotipos al tizón tardío no se realizaron aplicaciones de fungicidas para la prevención y control de la enfermedad. El germoplasma se estableció en lotes de cuatro surcos de 10 m de largo por genotipo y la parcela útil la constituyeron los dos surcos centrales. Para la estimación del rendimiento de la parcela útil, se cosecharon 10 plantas en competencia completa. Se calculó el promedio de producción total y comercial en kilogramos por planta. El porcentaje de infección se evaluó también en los dos surcos centrales, para lo cual se realizaron nueve lecturas a través del ciclo. Con las lecturas por daño de tizón tardío, se determinaron las tasas de infección del germoplasma evaluado, a través del tiempo de cultivo

mediante las rectas de regresión propuesta por Henfling (1987). La evaluación se hizo semanalmente en porcentaje al aparecer los primeros síntomas y hasta muerte de la planta. Además, se realizó el cálculo del AUDPC (Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad), propuesta por Shaner y Finney (1977); para así obtener un dato único, mediante:

$$AUDPC = \sum_{I=1}^{n} (X_{i+1} + X_i)/2\ (T_{i=1} - T_i)$$

Donde.

X_i= Proporción de tejido afectado en la observación i

$(T_{i+1} – T_i)$ = Tiempo en días entre dos lecturas

n= Número total de observaciones

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La temperatura y precipitación (Figura 1), fueron favorables a partir de los 20 días después de la emergencia (dde) para el crecimiento y desarrollo de *P. infestans* (Henfling, 1987) observando los primeros síntomas en los genotipos Agata, Atlantic y el clon 91-29-10 (Cuadro 1), acumulando el 100% de daño a los 48 dde. Para los genotipos 96-01-01 y 98-14-21 el inicio de daño fue a los 75 dde; seguidos por la variedad Norteña y el clon 98-14-21 que presentaron síntomas a los 55 dde.

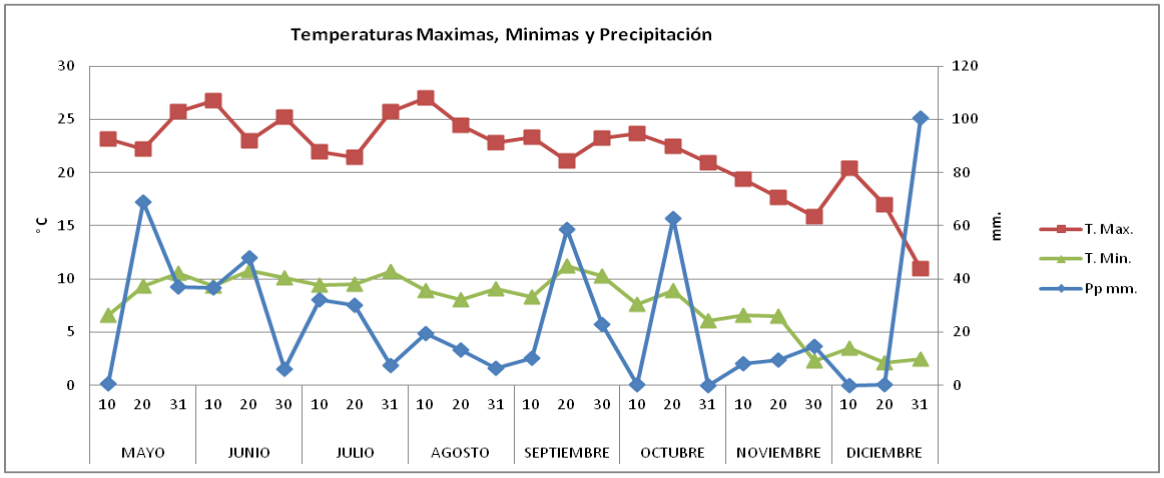


Figura 1. Temperaturas máximas, mínimas y precipitación a través del ciclo del cultivo en el Ejido Mesa de las Tablas, municipio de Arteaga, Coahuila. 2014.

En las variedades Alpha, Fiana, y Gigant, el intervalo de inicio a infección total fue de 37 a 65 dde. Según Frías *et a*l. (2001), las razas simples son las primeras en presentarse en el cultivo de papa y posteriormente las razas complejas. Es por ello que en las variedades introducidas, al

no tener genes de resistencia, el inicio del daño es más temprano, que en el germoplasma mexicano con tolerancia o resistencia de campo. Referente a la producción total y comercial, el germoplasma mexicano superó ampliamente a las variedades introducidas. La producción total varió de 0.250 a 0.485 kg/planta en las variedades introducidas, mientras que en las mexicanas tolerantes osciló de 1.0 a 1.450 kg/planta. Las variedades introducidas y mexicanas, siguieron el mismo patrón de rendimiento en ambas categorías.

Cuadro 1. Días de inicio a infección final, Daño final de tizón tardío, Rendimiento total y comercial de variedades y clones de papa (C. E. Saltillo – CIRNE- INIFAP 2014).

Variedad/Clon	Inicio a infección final	Daño final %	Rend. Total (Kg/planta)	Rend. Comercial (Kg/planta)
Norteña	56 – 110 (*)	40	1.250	1.050
98-18-24	75 - 110	10	1.450	1.100
98-14-21	55 - 110	15	1.000	0.900
96-01-01	75 - 110	5	1.350	1.050
02-95	45 - 85	100	0.800	0.600
91-25-4	45 - 85	100	0.750	0.650
91-29-10	30 - 65	100	0.400	0.200
Alpha	37 - 65	100	0.390	0.225
Atlantic	30 - 48	100	0.250	0.250
Fiana	37 - 65	100	0.450	0.300
Agata	30 - 48	100	0.250	0.250
Gigant	37-65	100	0.485	0.200

(*) Días después de emergencia.

Los clones 02-95 y 91-25-4, con moderada tolerancia, superan a las variedades introducidas. La alta susceptibilidad de las variedades introducidas hace necesario, para obtener buena productividad, continuas aplicaciones de fungicidas preventivos en intervalos cortos (tres a cinco días), así como la aplicación constante de fungicidas sistémicos (intervalos de siete días), lo que además de elevar su costo de producción, causa fitotoxicidad, disminuye significativamente la población de insectos y hongos benéficos (Lagnaoui y Radcliffe, 1998), contamina el ambiente y la cosecha y acelera la resistencia del hongo, como sucedió con el metalaxil (Fry, 1997).

Cuadro 2. Área bajo la curva de progreso de la enfermedad (AUDPC), tasa de infección (r) y ecuaciones para graficar la infección de tizón tardío sobre el tiempo en variedades y clones de papa (C. E. Saltillo – CIRNE – INIFAP 2014).

Variedad/Clon	AUDPC	Tasa de infección (r)	Ecuación de regresión
Norteña	850	0.050	0.050 X – 0.463
98-18-24	150	0.030	0.030 X - -0.020
98-14-21	266	0.040	0.040 X – 0.684
96-01-01	37.5	0.025	0.025 X – 0.524
02-95	1404	0.190	0.190 X – 0.600
91-25-4	1850	0.150	0.150 X – 0.629
91-29-10	1968.5	0.350	0.350 X – 0.651
Alpha	2280.5	0.365	0.365 X – 0.550
Atlantic	2850	0.650	0.650 X + 0.625
Fiana	2100	0.489	0.489 X – 0.629
Agata	2900	0.719	0.719 X + 2.334
Gigant	2492	0.495	0.495 X – 0.629

El grado de daño por tizón tardío para cada uno de los genotipos fue variable, principalmente por la severidad del ataque de las diferentes poblaciones existentes y/o por el grado de resistencia de los materiales en estudio. En el cuadro 2, se muestra el grado de severidad (AUDPC) alcanzada por los genotipos evaluados. El germoplasma mexicano presenta significativamente menor severidad de la enfermedad que las variedades introducidas. Dentro del mismo, el clon 96-01-01 es el de menor daño, con un valor de 37.5. Las variedades introducidas presentan el mayor daño, el cual varió de 2100 a 2900. El daño es significativamente superior a los materiales mexicanos con mayor tolerancia al patógeno. En lo referente a la evolución de la enfermedad las mayores tasas de infección (r), las presentan las variedades introducidas siendo, Atlantic y Agata donde el avance es más acelerado. En general los genotipos tolerantes mexicanos mostraron clara tendencia a menor daño y no incrementar el inóculo en forma acelerada, características importantes en la selección de germoplasma resistente (Birham y Singh 1995).

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados se puede concluir lo siguiente:

Los clones y variedades generadas por el INIFAP utilizados en este estudio expresaron mayor producción dada su resistencia al tizón tardío en comparación con las variedades introducidas.

Las variedades introducidas, son altamente susceptible al tizón tardío y al requerir frecuentes aplicaciones de fungicidas preventivos y sistémicos, contaminan el ambiente, el producto y aceleran la aparición de razas más agresivas de la enfermedad.

BIBLIOGRAFÍA

Birhman, R. K. and B. P. Singh. 1995. Path-coefficient analysis on genetic parameters of components of field resistance of potatoes to late blight. Ann. Appl. Biol. 127: 353-362.

Fry, W. E. 1997. El potencial de la resistencia varietal para el manejo integrado del tizón tardío de la papa. Memoria del I Simposium Internacional de la Papa. Campo Experimental Valle de Toluca-INIFAP. Metepec, México. pp 34-38.

Frías, T. G.; Muñiz, V. J.; Parga, T. V. y Flores, O. A. 2001. Reacción de 18 genotipos de papa (*Solanum tuberosum* L.) a los tizones tardío y temprano y evaluación de la diversidad de razas de *Phytophthora infestans* en Coahuila y Nuevo León. Rev. Mex. de Fitopatología. 19 (1): 19-22.

Henfling, J. W. 1987. El tizón tardío de la papa: *Phytophthora infestans*. Boletín de Información Técnica No. 4. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú.

Lagnauoi, A. and E. B. Radcliffe. 1998. Potato fungicide interfere with entomopathogenic fungi impacting population dynamics of green peach aphid. Am J. Potato Research. 75:19-15.

Niederhauser, J. S. 1986. Tizón tardío de la papa en México, su lugar de origen y de la solución. Rev. Mex. de Fitopatol. 4:31-36.

Shaner, G. and Finney, R. E. 1977. The effect of nitrogen fertilization on the expression of sow-mildewing resistence in knox wheat. Phytopathology 67:1051-1056.

Spiertz, J. M. J., A. Havercot and P. M. Verelken. 1996. Environmentally safe and consumer-friendly potato production in the Netherlands. Development of ecologically sound production systems. Potato Res. 39: 371-378.

DIFERENTES MÉTODOS DE COLECTA DE COLEOPTEROS PRESENTES EN ALGODÓN

Jesús Lumar Reyes-Muñoz[1], María Berenice González-Maldonado[1], J. Natividad Gurrola-Reyes[1], Saúl Hernández Amparán[1] y Cándido Márquez-Hernández[2].

[1]Academia de Entomología CIIDIR-IPN, Unidad Durango, Laboratorio de Entomología Calle Sigma 119, Fracc. 20 de Noviembre II Durango, Dgo. C.P. 34220. [2] Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez del Estado de Durango. Av. Universidad S/N, Fraccionamiento Filadelfia, Gómez Palacio, Dgo., México C.P. 35010. reyesjlrm@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Sans (2007) menciona que los agroecosistemas agrícolas son sistemas antropogénicos, es decir que su origen y mantenimiento van asociados a la actividad del hombre, que ha transformado la naturaleza para obtener principalmente alimentos; por eso es muy importante poner atención en las técnicas de muestreo, ya que puede haber sesgos debido a la diversidad biológica y a las interacciones ecológicas de los organismos involucrados (Bautista *et al*., 2004).

Existen 211 familias de coleópteros a nivel mundial, de las cuales en México están descritas 116 de ellas (Labrador, 2005)

La biodiversidad en los agroecosistemas puede ser tan variada como los diversos cultivos, malezas, artrópodos o microorganismos envueltos, de acuerdo a localidades geográficas, climáticas, edáficas y humanas (Altieri, 1996)

En el cultivo de algodón puede encontrarse un gran número de organismos benéficos, predadores, parasitoides, agentes patógenos, y nematodos que contribuyen a regular las poblaciones de insectos plagas (Sosa y Vitti, 2003).

Martínez (2004) menciona que entre las principales plagas del cultivo del algodón es el picudo del algodón *Anthonomus grandis* Boheman, el cual pertenece a la familia Curculionidae.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevo a cabo en el Estado de Durango en el municipio de Gómez Palacio, en el Ejido La Esmeralda, localizado en las coordenadas 25°45’21”N 103°26’04”O

Se monitoreo una hectárea de algodón, los muestreos se desarrollaron mensualmente iniciando el mes de Septiembre y terminando en el mes de Octubre en 2011

Todos los especímenes capturados fueron trasladados al Laboratorio de Biología Agrícola de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UJED y/o al CIIDIR-IPN, Unidad Durango para la identificación taxonómica

Los ejemplares colectados se etiquetaron con datos correspondientes de colecta e identificación. Para la determinación se utilizaron las claves de Triplehorn y Johnson (2005), White (1983) y Domínguez (1998)

Se realizaron 20 golpes (red entomológica) en cada punto seleccionado utilizando el método de muestreo “Cinco de oros”, además se colocaron 5 trampas pitfall por hectárea en cinco de oros; fueron enterradas, de manera que quedaran a ras de suelo, esta trampa fue utilizada con la finalidad de colectar la mayor cantidad posible de insectos rastreros y se colocó una trampa Scout con feromona específica para el “Picudo algodonero” en la parte central de la parcela

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El método más efectivo para la colecta de coleópteros fue el muestreo con red entomológica, seguido por la trampa Scout y por último la trampa pitfall. La familia Chrysomelidae fue la más abundante con un total de 174 organismos capturados, seguido por la familia Melyridae con 69 individuos.

En el Cuadro 1 se muestra que el método de muestreo más efectivo fue red entomológica capturándose un total de 375 individuos (89.71%), seguido por la trampa Scout con 37 individuos colectados (8.85%) y por último la trampa pitfall, con seis individuos colectados (1.43%)

Cuadro 1. Numero de coleópteros encontrados por método de muestreo en algodón

Familia	Pitfall	Redeo	Scout	Total
Aderidae	1	1		2
Anobiidae	1	2		3
Anthribidae		1		1
Bruchidae		4		4
Buprestidae		1		1
Carabidae		2		2
Chrysomelidae		179		179
Coccinellidae		52		52
Curculionidae		42	37	79
Latridiidae		1		1
Meloidae		5		5
Melyridae		69		69

Mordellidae		2		2
Rhipiphoridae		1		1
Scarabaeidae		7		7
Staphyllinidae		1		1
Tenebrionidae	4	5		9
Total por tipo de muestreo	**6**	**375**	**37**	418

En la Figura 1 se muestra los tres tipos de muestreos empleados, destacando la diferencia de abundancia que muestras las familias por método de muestreo, ninguna de las familias encontradas mostró aparición en los tres tipos de muestreos empleados

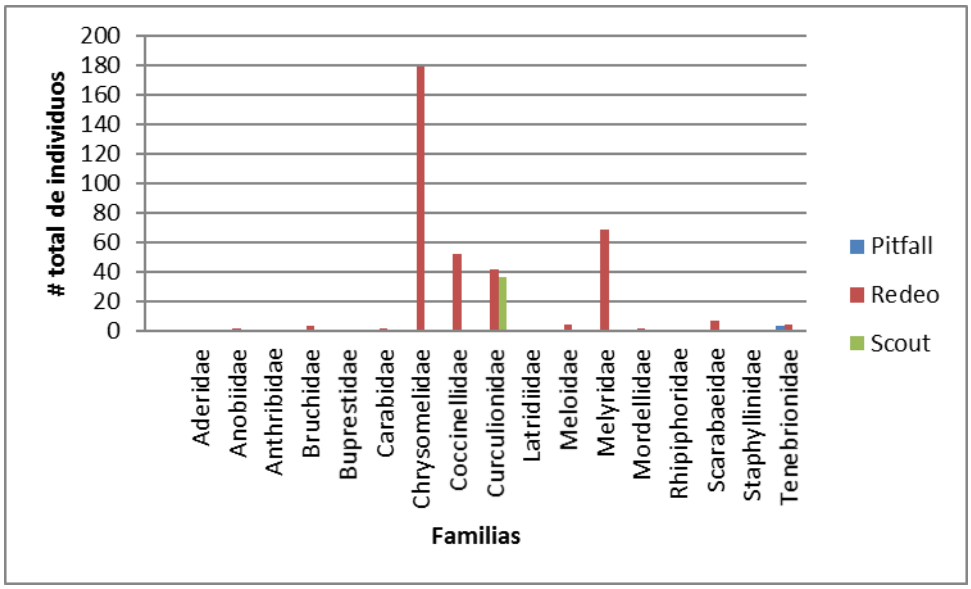


Figura 1. Comparación de los tres métodos de muestreos utilizados reflejados en abundancias por familias de Coleopteros

En la Figura 2 se muestra un análisis de agrupamiento de los tres tipos de muestreo, los métodos Pitfall y Scout son muy similares en comparación al muestreo por Redeo.

Sans (2007) menciona que los ecosistemas agrícolas se ven afectados por actividades antropogénicas, por eso es muy importante monitorear el manejo agronómico que se le da al cultivo y así poder indagar el daño ocasionado a los organismos benéficos o bien a la coleopterofauna presente en el cultivo

Mientras que Bautista *et al*. (2004) aluden sobre la implementación de los métodos de muestreo, en el presente trabajo se aprecia que el método más efectivos fue el de red entomológica, ya que no es tan especifico como la trampa Pitfall y Scout.

En el actual estudio, de los tres métodos de muestreo empleados se colectaron un total de 418 ejemplares correspondientes a 17 familias, es decir el 14.65 % de familias existentes en México, según lo descrito por Labrador (2005), por tanto de las familias antes mencionadas en el actual trabajo sería pertinente una identificación más específica y así poder concluir lo expuesto por Sosa y Vitti (2003), y así poder agrupar las diferentes familias encontradas en el presente estudio de acuerdo a sus hábitos de vida

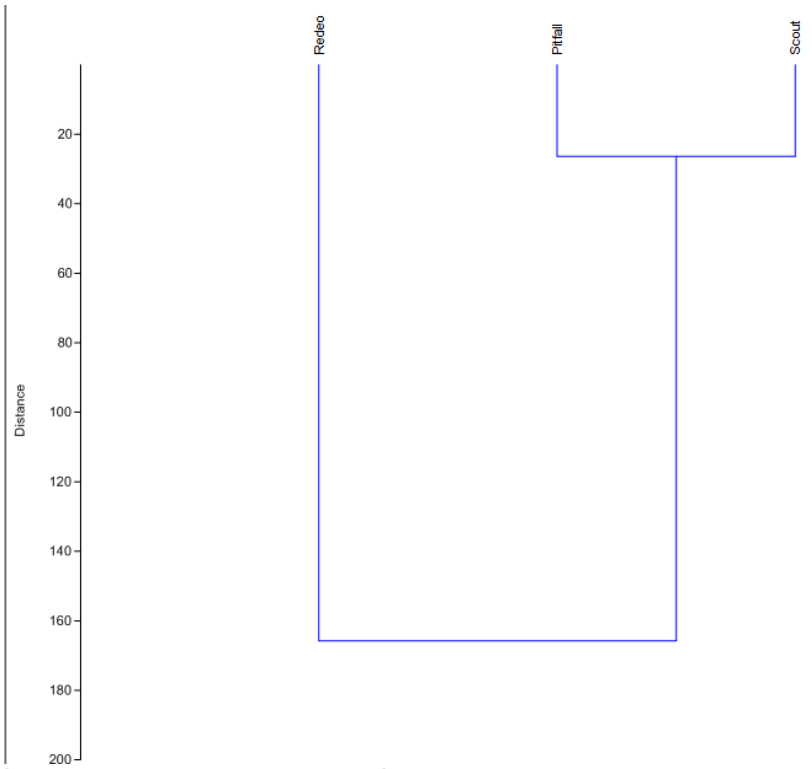


Figura 2. Análisis de agrupamiento por método de muestreo de coleopteros presentes en algodón transgénico

Martínez (2004) menciona que entre las principales plagas del cultivo del algodón es el picudo del algodón *Anthonomus grandis* Boheman, el cual pertenece a la familia Curculionidae, es probable que esta especie que reporta se encuentre dentro de los colectados en el actual estudio.

CONCLUSIONES

El método más efectivo para la colecta de coleopteros fue el muestreo con red entomológica.

La familia Chrysomelidae fue la más abundante con un total de 174 organismos capturados.

Ninguna familia se presentó en los tres tipos de muestreo.

De acuerdo al análisis de agrupamiento se presentan dos grupos, redeo y Pitfall-Scout.

BIBLIOGRAFIA

Altieri M. 1996. El rol ecológico de la biodiversidad en agroecosistemas. En: Agroecología y agricultura sostenible. Curso para Diplomado de Posgrado. Módulo 2. Diseño y manejo de sistemas agrícolas sostenibles. CLADES, CEAS-ISCAH. La Habana, Cuba. p. 84

Bautista Z. F., Delfín H., Palacio J.L. y Delgado M. 2004. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Instituto Nacional de Ecología- Instituto de Geografía, UNAM-Universidad Autónoma de Yucatán, 507 pp.

Labrador G. 2005. Coleopteros necrófilos de México: Distribución y Diversidad. Tesis de Licenciatura (Biólogo). Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Ambientales. Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jalisco. México

Martínez C. J. 2004. Evolución del algodón transgénico en México. *In*: 7° Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas UABC. Mexicali, B.C.

Sans, F.X. 2007. La diversidad de los agroecosistemas. Ecosistemas 2007: 1-6

Sosa, M. A. y D. Vitti S. 2003. Comparación de muestreo de predatores en algodón con dos medidas de paño vertical. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste.

DISTRIBUCIÓN DE PHYLLOXERA EN LA ZONA PRODUCTORA DE VID DE AGUASCALIENTES

Karla Vanessa de Lira Ramos[1], Ernesto González Gaona[1], Fabián Cruz Macías[2], Alberto Margarito García Munguía[3], Candelario Serrano Gómez[1]

[1]INIFAP-CEPAB, km 32.5 carr. Ags.-Zac. CP 20660, Pabellón de Arteaga, Ags.
[2]Instituto Tecnológico El Llano, Ags., Carretera Federal 70, CP 20330, Aguascalientes, Ags.
[3]Centro de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Av. Universidad No. 940 CP 20131, Aguascalientes, Ags.
Autor de correspondencia: ramos.vanessa@inifap.gob.mx Tel. 01-800-088-2222, ext. 22504.

INTRODUCCIÓN

En Aguascalientes, actualmente se cultivan más de 900 ha en siete de los once municipios (SIAP-SAGARPA, 2011). Con un padrón de 235 productores la mayoría integrados en un Consejo Estatal de Viticultores, esta actividad es una fuente importante de empleos en la producción, industrialización y comercialización del producto (Borja *et al*., 2013).

Durante el periodo 2009-2011, se produjeron en Aguascalientes 12.7 mil ton de uva, con un valor de $37,836 miles de pesos con un rendimiento promedio de 15.1 ton ha^{-1}. Los municipios productores son en orden de importancia: Cosío (45.5%), Rincón de Romos (13.8%), Tepezalá (11.8%), Jesús María (9.9%), El Llano (8.2%), Asientos (7.9%) y Pabellón de Arteaga (3%) (SIAP-SAGARPA, 2011).

En el estado se produce preponderantemente la variedad Salvador (62%) seguido de Victoria (13%) y Globo rojo (12%), donde las dos primeas se empelan para la elaboración de jugos y mosto y la tercera es para uva de mesa (Borja *et al*., 2013).

En la Guía para la asistencia técnica agrícola del Campo Experimental Pabellón de 1998, se mencionan para el estado las siguientes plagas: trips (*Frankliniella* sp.), el pulgón (*Aphis illinoisensis* (Shimer)), la araña roja (*Eotetranychus* spp), el barrenador de la madera (*Micrapate labialis* Lesne) y la filoxera (*Phylloxera vitifoliae* (Fitch.)), mientras que de las enfermedades se citan el mildiú (*Plasmopara vitícola* (Berk y Curt.) Berl. y de T.), la cenicilla (*Uncinula necator* (Schw.) Burr.)), brazo muerto (*Eutypa armeniacae* Hansf. y Carter), corteza corchosa y madera rugosa (CC-MR) de origen viral y la pudrición texana (*Phymatotrichum omnivorum* (Shear) Dug.) (INIFAP, 1998).

La phylloxera de la vid, *Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch) (Homoptera: Phylloxeridae) se determinó en 1855 en plantas de *Vitis americana* (Rusell, 1974), esta plaga induce la formación de agallas tanto en las hojas como en las raíces denominándoseles como “gallícola” o “radicícola” según el órgano atacado. Ocasionó graves daños en Europa a vid europea *Vitis vinífera* L. (Vitaceae: Rhamnales) antes de los años 1860´s afectando primero viñedos en Francia de donde se distribuyó hacia todo el continente y finalmente a todo el mundo (Granett *et al*., 2001).

La phylloxera se detectó en México desde 1895 en el estado de Coahuila y para 1960 se le reporta en Querétaro, la Comarca Lagunera y Aguascalientes (Bayer, 1982). Es una de las plagas que está considerada como la más global y devastadora de la historia que afecta los cultivares de vid europea (*Vitis vinífera*) desde de hace varios años.

En el estado de Zacatecas se le puede encontrar en el distrito de Ojo Caliente colindante con la zona productora del estado de Aguascalientes, lo que aumenta la posibilidad de la presencia de esta plaga en la zona productora de Aguascalientes, siendo un factor importante su presencia en viñedos que no utilizan portainjertos resistentes a phylloxera .

En Aguascalientes se determinó su presencia desde 1971 (Velázquez, 1978). Durante 1980 de 4 mil ha^{-1} muestreadas se le ubico en el 16%. Las variedades con mayor infestación fueron Cornichón (76%), Cardinal (42%), Rosa del Perú 26%), Carignan (26%), Salvador (8%) y San Emilión (4%), no detectándosele en Ruby Cabernet, Emperador, Málaga Champagne y Palomino. La mayor infestación se detectó en la parte central del Valle de Aguascalientes, con las siguientes infestaciones: Rincón 23%, Pabellón 41%, Jesús María 12% y Aguascalientes con 22%; mientras que los municipios de Cosio, Asientos y Tepezala estaban libres. Los viñedos más afectados fueron los establecidos en suelos arcillo-arenosos y arcillosos. Los mejores portainjertos evaluados en terrenos filoxerados fueron: Rupestris Du Lot y 1202-C mientras que el de menor adaptación se consideró el LN 33 (Velázquez, 1982; Velázquez y Ortiz, 1982).

Debido a lo anterior, se propuso el presente proyecto con el objetivo de determinar el estatus actual de la presencia de phylloxera (incidencia y distribución) dentro de la zona productora de vid en el estado de Aguascalientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo se realizó en las principales zonas productoras de vid del estado de Aguascalientes, como lo son Cosío, Pabellón de Arteaga, Rincón de Ramos, El Llano, Tepezalá, Jesús María, San Francisco de los Romos y Asientos realizándose el monitoreo en 31 viñedos.

En los huertos seleccionados se realizaron muestreos de raíz del 10 de julio al 17 de diciembre del 2013, para la toma de muestras se utilizó un muestreo sistemático, se utilizaron las líneas 3, 5 y línea 8 de cada uno de los huertos, por línea se obtuvieron tres muestras a excepción de la línea 8 con cuatro muestras, En cada hilera se eligieron la planta 5, 10 y 25, y en la línea 8 se toma hasta la planta 35, para así, completar un total de 10 muestras por viñedo.

Para hacer la extracción de las raíces, primero se eliminó la maleza que se encuentre en forma superficial donde se ubica la planta con ayuda del azadón, después se procedió a hacer una excavación de 20 a 30 cm de profundidad hasta la zona radicular de la parra procurando hacer el menor daño a la planta. Una vez que las raíces son visibles se cortan las que tengan una medida de entre 1.0 y 2.0 mm de diámetro, se cortaron alrededor de 10 raíces por parra.

Las raíces se depositaron en una bolsa de plástico transparente y 1.0 kg aproximadamente del mismo suelo donde se extrajo la muestra. Con un plumón de aceite se escribieron los datos de la huerta, así como la fecha, el número de línea y la planta de donde se obtuvieron las muestras, las bolsas se depositaron en una hielera para protegerlas y evitar la pérdida de humedad.

Las muestras se llevaron al laboratorio de Parasitología Vegetal del CEPAB, para hacer su procesado el cual consistió básicamente en remover las raíces del suelo y colocarlas en hojas de papel periódico humedecido, estas se envolvieron y se etiquetan con una pequeña tira de papel procurando escribir todos los datos de la muestra con lápiz, para evitar que se borren. Al final se depositan todas de 10 a 20 muestras en una bolsa más grade para ponerles agua y así mantenerlas con humedad y en refrigeración a 5°C.

Las raíces se examinaron en el laboratorio con la ayuda de un microscopio estereoscópico marca “Motic” y una aguja de disección, además de algunas tijeras para ayudar en el trabajo de exploración de las raíces, que consiste principalmente en retirar la corteza de la raíz con la ayuda de la aguja de disección, inspeccionando cuidadosamente cada parte de la raíz para poder reconocer los insectos que en ella habitan y anotar en una bitácora, lo que se observó en

el microscopio (número de insectos, tipo de insecto, en este caso se aparecieron muchos ácaros cafés y blancos, algunos gusanos) y los ejemplares de phylloxera ya sea en forma individual o colonias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el monitoreo que se llevó a cabo en las diferentes localidades, se detectó la filoxera en el 25% de los viñedos muestreados, destacando por su alta incidencia y presencia de colonias, los viñedos: "Vid y maíz", Isaac Ortega y "Aurora 1", mientras que en los viñedos de: Salas Lujan, Ignacio Acosta, Rodolfo Guerrero (planta injertada) y Heligio Herrera, aunque tuvieron presencia de la filoxera solo se detectaron individuos aislados. Detectándosele tanto en El llano como en el Valle (Cuadro 1 y Figura 1).

Cuadro 1. Incidencia de la phylloxera en viñedos de Aguascalientes.

Localidad	REPETICIONES										INCIDENCIA
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	%
Aurora 1	5C, 4A	9C, 1A	0P,1A	0P	0P	1C, 1A	0P	0P	0P	12PI	40
Salas Lujan	12PI	0P,16A	0P, 13A	4PI, 6A	0P	0P	0P,2A	0P	0P, 2A	0P, 2A	20
Monte Gavilán	0P, 1A	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0
Rigoberto Mácias	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0
Eduardo Ortega	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P, 1A	0
Isaac Ortega	2C, 4A	0P	1PI, 2A, 1CIEN	0P, 3A	4C	4C, 10A,	1PI, 1CIEN	7PI, 8A	4C, 1A	0P	70
Jesüs Murillo	0P, 1A	0P, 3A	0P, 1A	0P, 4CA	0P	0P, 4CA	0P, 4CA	0P,1A	0P	0P	0
Reynaldo Soledad	0P	0P, 11A	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	1A	0
Omar Soledad	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P,11A	0P	0P	0P	0
Miguel Guerrero	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0
Ignacio Acosta	3PI	12PI	3Ad, 1AC	0P, 7AC	0P;6AC	4PI, 3AC	2PI	0P	0P	0P	40
Vid y Maiz	4C	4C, 1A	4C, 42Ad, 30H	4C, 44Ad, 30H	4C, 38Ad, 50H, 1CIEN	0P	4C, 34Ad, 30H	4C, 134Ad, 105H, 2A, 1CIEN	4C	4C	90
El Encino	0P, 4CIEN, 1A	6 CIEN, 1AC, 1Ad	3Ad, 4CIEN	3Ad, 6CIEN	0P, 2CIEN, 1AC						0
Cruz Soledad	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0
Rodolfo Guerrero	4C, 2A	0P	0P	3Ad, 12H	9Ad, 13H	0P	1A	0P	0P	0P	40
Heligio Herrera	18Ad, 8H	0p	0P	4Ad	0P	0P	0P	0P	0P	4C	30
Miguel Gutiérrez	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0
Globo Rojo	0P	0P	1Ad	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0
Raymundo Soleda	0P	0p	0P	0P, 2AC	0P	0P	0P, 3CIEN	0P	0P	1Ad	0
Pozo 19	0P	0P	0P	0P	0P						0
Mar Negro	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0
Pablo Cortez	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0
Bodega Orilla Carı	0P, 4A	0P	0P	0P	0P	0P	0P, 1CIEN	0P	0P	0P	0
Juan Reyes	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0
Rafa Galván	1Ad	2Ad	1CIEN, 1Ad	0P, 1CIEN	0p	0P	1Ad	0P	0P; 1CIEN	0P	0
Ejido California	0P	0P	0P	0P	0P						0
Juan acosta	0P	0P	0P	0P	0P; 1AC	0P	0P	3Ad	0P	0P	0
Sobre la CarrLN	0P	0P	0P	0P	0P; 1AC	0P	0P	0P	0P	0P	0
Viñedos Rios	0P	0P	0P, 2AC	0P, 3AC	0P, 1AC	0P	2C, 1AC, 1AB	0P	0P	0P	10
CEPAB	0P, 2AC	0P	0P	0P	0P	0P, 1A	0P	0P	0P	0P	0
Aurora 2	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0P	0

Simbología para Phylloxera 0P= No phylloxera C= Colonia, PI= Phylloxeras aisladas, Ad= Adulto, Otros organismos asociados A= Ácaros, CIEN= Ciempiés

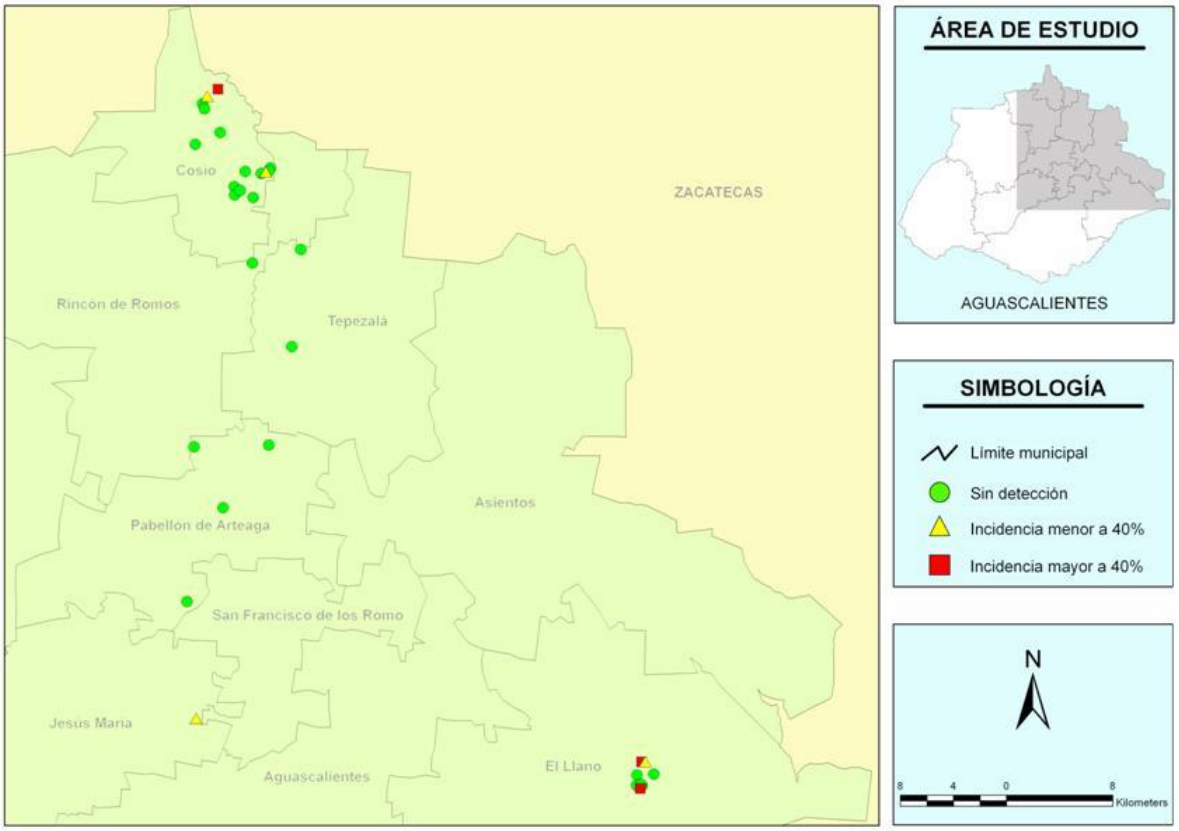


Figura 1. Incidencia de phylloxera en vid en Aguascalientes.

CONCLUSIONES

El monitoreo realizado en los distintos viñedos del estado de Aguascalientes ubica a la phylloxera en el 25% de los viñedos, su distribución abarca las tres principales zonas: El Valle, El Llano y Cosio con la mayor incidencia en estas dos últimas.

A pesar de que la phylloxera está dispersa por una gran parte del estado, su incidencia es menor en los viñedos más jóvenes, en viñedos viejos se presenta con mayor incidencia. Se detectaron solo tres viñedos con alta incidencia, donde es necesario verificar la severidad de la plaga y determinar la magnitud de los daños.

La mayoría de los productores no injerta y al parecer el cv salvador no es muy susceptible a la filoxera, por lo cual esta plaga pasa inadvertida para los productores (solo el 18% la ubican como un problema del cultivo. De los pocos que injertan, estos utilizan el rupestris, el cual además de darle resistencia a la phylloxera también es resistente al estrés hídrico.

BIBLIOGRAFÍA

Bayer. 1982. Manual fitosanitario de la vid. Sugerencias para mayor producción. BAYER, México. 32 p.

Borja, B. M., L. Reyes, M., M. A. Galindo, R., G. G. Escudero, G., R. Velásquez, V., J. M. Díaz, H. 2013. Análisis de la situación actual de la Viticultura en Aguascalientes. Mimeografiado. Propuesta de investigación. INIFAP, Consejo de Viticultores de Aguascalientes A.C., Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Aguascalientes. 36 p.

Granett, J., M. Andrew, W., L. Kocsis and A. D. Omeri. 2001. Biology and Management of grape phylloxera. Annu. Rev. Entomol. 2001. 46: 387- 412.

INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 1998. Guía para la asistencia técnica agrícola: área de influencia del Campo Experimental Pabellón. Aguascalientes, México. pp 285-316.

Mena C. J. sf. Insectos plaga de la vid. Mimeografiado. Doc circulación interna INIFAP- CEZAC, 10p.

SIAP-SAGARPA (Servicio de Información agroalimentaria y Pesquera- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2011. Cierre de la producción agrícola por estado: uva. Disponible: en: http://www.siap.gob.mx/ index.php? option=com_content&view=article &id=1&Itemid=2. (Consultado: julio, 2012).011.

Velázquez, M. J. 1978. Determinación de las pérdidas en vid ocasionadas por la filoxera Daktulosphaira vitifoliae (Fitch) en el estado de Aguascalientes (1974-1978). Informe anual 1978. SARH-INIA-CIANOC- Campo Agrícola Experimental de Pabellón. pp. 1- 6.

Velázquez, M. J. 1982. Detección de focos de infestación de filoxera de la vid por variedades y municipios de Aguascalientes. In: Resúmenes de investigación. Número 2. Frutales 1980. SARH-INIA-CIANOC, Zacatecas. p. 29.

Velázquez, M. J. y M. Ortiz, L.1982. Evaluación de portainjertos de vid con características de resistencia al ataque de filoxera. In: Resúmenes de investigación. Número 2. Frutales 1980. SARH-INIA-CIANOC, Zacatecas. p. 29- 30.

NEMATODOS FITOPARÁSITOS ASOCIADOS AL CULTIVO DE LA VID (*Vitis vinífera* L.) EN EL ESTADO DE AGUASCALIENTES, MÉXICO

Karla Vanessa de Lira Ramos[1], Ernesto González Gaona[1], Dora Elizabeth Manzano Flores[2], Alberto Margarito García Munguía[3], Héctor Antonio Barajas Gómez[2]

[1]INIFAP-CEPAB, km 32.5 carr. Ags.-Zac. CP 20660, Pabellón de Arteaga, Ags.
[2]Instituto Tecnológico El Llano, Ags., Carretera Federal 70, C.P. 20330, Aguascalientes, Ags.
[3]Centro de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Av. Universidad No. 940 C.P. 20131, Aguascalientes, Ags, México.
Autor de correspondencia: ramos.vanessa@inifap.gob.mx Tel. 01-800-088-2222, ext. 22504.

INTRODUCCIÓN

Se han determinado más de 300 especies de nematodos asociados a los viñedos en el mundo; sin embargo, solo se ha determinado que 17 especies de nematodos y 16 géneros ocasionan daños a la vid (Raski, 2001; Crozzoli, 2002; CPC, 2010). Los que se consideran más importantes para el cultivo son el nematodo nodulador *Meloidogyne* spp. y *Xiphinema* spp. (Bello *et al*., 2004). Dentro de los nematodos agalladores, los que causan un daño directo en las raíces de vid son *M. arenaria, M. hapla, M. incognita,* y *M. javanica* (Cid del Prado-Vera *et al.*, 2001; CPC, 2010); y de los nematodos que causan daños indirectos por ser vectores de virus incluyen a las especies *Xiphinema americanum, X. diversicaudatum, X. rivesi, X. index* (CPC, 2010) y *X. italiae* (Raski, 2001).

Xiphinema index, se ha determinado ser vector del virus hoja de abanico de la vid (GLFV). Este virus fue detectado en Aguascalientes con una incidencia del 58%, aunque su incidencia dentro de los viñedos fluctuó del 6.7 al 37.5 (Velásquez *et al*., 2013) desconociéndose la presencia de este vector en los viñedos del estado. El objetivo del presente trabajo de investigación fue determinar los nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de *V. vinífera* L., así como sus frecuencias y densidades poblacionales en el Estado de Aguascalientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en 25 viñedos de Aguascalientes realizando muestreos en los diferentes municipios productores como: Pabellón de Arteaga, Cosió, Tepezalá, San Francisco de los Romos, Rincón de Romos y El Llano. En cada localidad muestreada se tomaron las coordenadas geográficas mediante un GPS marca Etrex con aproximación a 7 m.

En los huertos seleccionados se realizaron los muestreos de suelo del 10 de julio al 17 de diciembre del 2013, para la toma de muestras se usó un muestreo sistemático donde se eligieron las líneas 3, 5 y 8 de cada huerta, y dentro de la hilera se muestrearon las plantas 5, 15, 25 en las líneas de la orilla mientras que en la central se eligió hasta la 35 para hacer así tener un total de 10 muestras por viñedo. El proceso para obtener las muestras consistió en hacer una pequeña excavación de 30 cm de profundidad con ayuda de una barra metálica en la zona radicular de la parra procurando no dañar a la planta (González, 2009). Del suelo que se extrajo se toma una muestra de 1.0 kg de que se almacenó en bolsas plásticas transparentes con etiquetas con la siguiente información: nombre del viñedo o productor, número de muestras (L= número de línea, P= número de planta o parra) y la fecha en que fueron recolectadas las muestras. El suelo se llevó al laboratorio de Parasitología Vegetal del Campo Experimental Pabellón (CEPAB) del Instituto Nacional De Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

Las muestras se procesaron mediante el método de extracción del embudo de “Baermann”. El embudo se coloca sobre un soporte y se llena con agua. Se colocan 100 gramos de muestra sobre un papel filtro y se pone en el embudo sostenido con un trozo de malla mosquitera. Se deja por 48 horas para que los nematodos vivos se muevan y migren a través del papel poroso y se sumerjan hasta el fondo de tubo de goma. Después se colecta el agua en vasos y se pasan al refrigerador a una temperatura de 3 a 5 ºC donde se mantienen hasta su análisis en el laboratorio con la ayuda de un microscopio de disección (Agrios, 1985, Cepeda, 1996).

Se prepararon montajes temporales, con 8-10 especímenes y bajo el microscopio de disección (Motic SMZ series 140) a un aumento de 40X se pusieron en fijador F.A. 4:1 con el propósito de preservar y relevar estructuras lo más cerca posible a sus formas vivas; para matar y fijar los nematodos se utilizó el método de Seinhorst, (1966). Luego se procedió a matarlos exponiéndolos cuidadosamente a la flama de un mechero de alcohol o a un plato caliente a 60°C.

La determinación genérica de los nematodos se realizó mediante el estudio de las características morfológica de los nematodos, se hicieron dibujos de las partes del nematodo para poder identificar su género y se utilizaron las clave ilustradas de Mai y Mullin (1996), Thorne (1961) y Jenkins y Taylor (1967).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las muestras obtenidas en el estado de Aguascalientes, se identificaron 1,776 especímenes de nematodos; detectándose 110 morfotipos, revisando en promedio 88 ejemplares por localidad con un rango de 46-151 como mínimo y máximo respectivamente.

Los nematodos fitoparásitos encontrados en las muestras de suelo, se identificaron los géneros de *Aphelenchus, Aphelenchoides, Criconemoides, Helicotylenchus, Ditylenchus*, *Pratylenchus, Rotylenchus, Meloidogyne, Hemicycliophora, Xiphinema*, *Trichodorus*, *Diphterophora, Psilenchus* (Figura 1), de los cuales los más predominantes fueron *Aphelenchus, Aphelenchoides, Helicotylenchus* y *Ditylenchus***,** lo cual coincide parcialmente con lo reportado por Condoy *et al.* (2012), donde se señala a *Aphelenchus* como de los nematodos dominantes en este cultivo.

Cada género de nematodos encontrados presentaron frecuencias y densidades poblacionales variables y fue *Aphelenchus* el más frecuente y que presento altas densidades, como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1.- Nematodos fitoparásitos encontrados en suelo del cultivo *V. vinífera* L., su frecuencia en las 20 parcelas muestreadas y sus densidades poblacionales.

GENERO DE NEMATODOS	**% DE PARCELAS QUE PRESENTARON NEMATODOS**	**DENSIDADES POBLACIONALES (MIN-MAX) (nem/100cc)**
Aphelenchoides	17.57	1-7
Aphelenchus	37.70	2-13
Criconemoides	0.96	0-1
Diphterophora	0.32	0-1
Ditylenchus	17.57	1-9
Helicotylenchus	14.38	1-10
Hemicycliophora	0.32	0-1
Meloidogyne	2.56	1-4
Pratylenchus	1.60	1-2
Psilenchus	2.88	1-3
Rotylenchus	0.96	0-3
Trichodorus	2.56	1-5
Xiphinema	0.64	0-2
TOTAL	100	

En el presente estudio no se detectaron agallas de *Meloidogyne* en las raíces de vid, aunque si en las raíces de la maleza conocida como *Malva parviflora*, la especie detectada afectando las

raíces se identificó mediante cortes perianales como *Meloidogyne hapla,* Petit (1990) y Pinkerton *et al.* (1999) afirman que esta especie se encuentra ampliamente distribuida en zonas vitícolas de diversos países, esta reportada como patogénica al cultivo y generalmente están asociadas con el decaimiento de los viñedos establecidos, aunque en Aguascalientes no se le detecto dañando la vid.

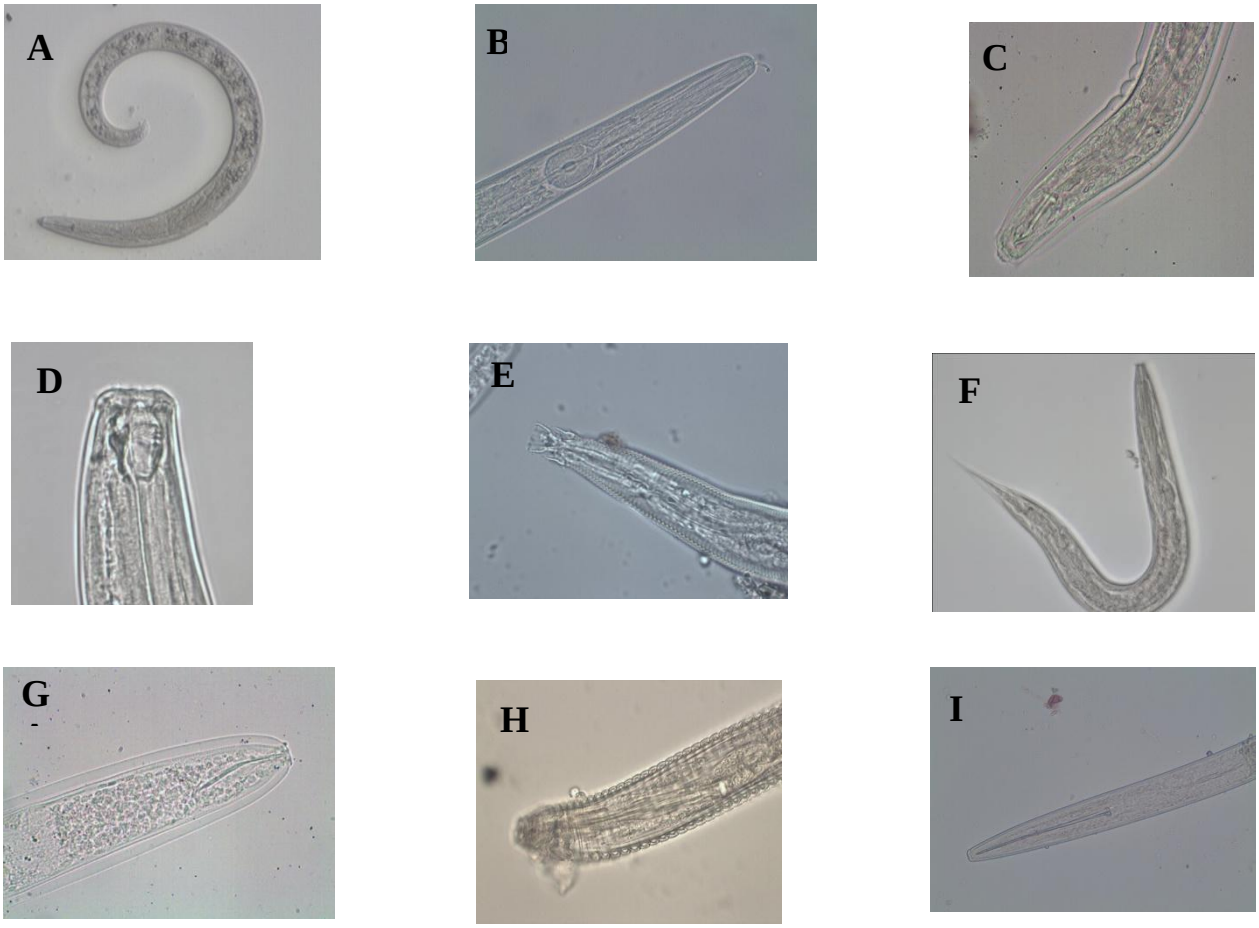


Figura 1. Nematodos asociados a viñedos en Aguascalientes. A) *Helicotylenchus,* B) *Aphelenchus,* C) *Diphterophora,* D) *Mylonchus,* E) *Acrobeles,* F) *Rhabditis,* G) *Trichodorus,* H) *Criconemoides e* I) *Xiphinema.*

Se considera que la presencia de *Ditylenchus* en los muestreos pueda ser debido a que se siembra una superficie considerable de ajo en el estado y los implementos se utilizan en ambos cultivos.

Se detectó en dos ocasiones a *Xiphinema* sp., así como de ocho ejemplares de *Trichodorus* sp., ambas especies consideradas como vectores de virus junto con *Criconemoides*.

Cabe mencionar que los Tylenchidos que presentan el estilete pequeño y el bulbo medio grande (*Aphelenchus*, *Aphelenchoides*) son considerados preponderantemente como fungívoros. Por lo anterior, se considera que el Tylenchido que puede ocasionar daños al cultivo es *Helicotylenchus* por su incidencia.

CONCLUSIONES

Acorde a los resultados obtenidos de los viñedos muestreados en el Estado de Aguascalientes se identificaron los géneros de *Aphelenchus, Aphelenchoides, Criconemoides, Helicotylenchus, Ditylenchus*, *Pratylenchus, Rotylenchus, Meloidogyne, Hemicycliophora, Xiphinema*, *Trichodorus*, *Diphterophora, Psilenchus*, de los cuales los más predominantes fueron *Aphelenchus, Aphelenchoides, Helicotylenchus* y *Ditylenchus.* De los cuales el que pudiera ocasionar daños al cultivo es *Helicotylenchus.*

Se detectó a *Xiphinema* aunque en muy bajas densidades en dos viñedos, así como otros vectores de virus como *Criconemoides* y *Trichodorus.* Aunque se considera que no están jugando un papel importante en la diseminación de virus en los viñedos.

No se observaron agallas en las raíces de la vid, aunque si en una maleza común conocida como malva y que pudiera ser un hospedero alterno ya que la especie detectada *Meloidogyne hapla* es reportada como patogénica al cultivo en otras zonas productoras.

BIBLIOGRAFÍA

Agrios G., N. 1985. Fitopatología. (Versión en español M. Guzmán O.) LIMUSA, México. pp: 661-710.

Bello, A., M. Arias, J. A. López-Pérez, A. García-Álvarez, J. Fresno, M. Escuer, S. C. Arcos, A. Lacasa, R. Sanz, P. Gómez M. A. Diéz-Rojo, A. Piedra-Buena, C. Goitia, J. L. de la Horra and C. Martínez. 2004. Biofumigation, fallow and nematode management in vineyard replant. Nematropica 34: 53 – 54.

Cepeda S., M. 1996. Prácticas de Nematología agrícola. Trillas. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 109 p.

Cid Del Prado-Vera, I., A. Tovar-Soto, and J. A. Hernández. 2001. Distribución de Especies y Razas de *Meloidogyne* en México. Revista Mexicana de Fitopatología 19:32-39.

Condoy M., C., N. Marbán M., M. Vargas H., y A. Rebollar A. 2012. Prospección fitonematológica en viñedos del Valle de Guadalupe, B. C. México. Nematropica. vol 42:26-33.

CPC. 2010. Crop Protection Compendium, edición 2010. CAB International, Wallingford, UK. http:/cabicompendium.org/cpc/home.asp.

Crozzoli R. 2002. Especies de nematodos fitoparasíticos en Venezuela. Interciencia 27:354-364.

González G. E. 2009. Identificación y control de nematodos que afectan al cultivo del guayabo en México. Libro Técnico Núm. 6. INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Pabellón, Pabellón de Arteaga, Ags. México. 154 p.

Jenkins, W. R. and D. P. Taylor. 1967. Plant nematology. Reinhold, Publishing Corporation (Chapman - Reihnold) USA.270 p.

Mai, W. F., and P. G. Mullin. 1996. Plant parasitic nematodes. A pictorial key to genera .Fifth Edition Cornell University Press Ithaca, New York. USA. 277 p.

Raski, D. J. 2001. Nematodos parásitos de la Vid. Pp 55-59 in Pearson, R. C.; Goheen, A. C. 2001. Plagas y enfermedades de la vid. The American Phytopathological Society. Ed Mundi-Prensa. Madrid-España.

Seinhorst, J. W., 1966. *Longidorus elongatus on Fragariavesca*. Nematologica 12:275–279.

Thorne, G. 1961. Principles of Nematology. McGraw - Hill Book Company. New York. USA. 553p.

VIRULENCIA DE AISLAMIENTOS DE *Fusarium* spp. ASOCIADOS A LA PUDRICIÓN DE MAZORCA DE MAÍZ EN EL ALTIPLANO DE MÉXICO

Dolores Briones-Reyes[1*], Víctor Heber Aguilar-Rincón[2], Fernando Castillo- González[2], Carlos De León-García de Alba[2] y Antonio Ramírez-Hernández[2].

[1]INIFAP CE Pabellón, km. 32.5 carr. Ags.-Zac., Pabellón de Arteaga, Ags. CP 20660. [1,2]Colegio de Postgraduados, km 36.5 carr. México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Edo. México. CP 56230.
E-mail: briones_2003@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cultivos más importantes en el mundo junto con el trigo (*Triticum aestivum* L.) y el arroz (*Oryza sativa* L.). En 2013, México ocupó el cuarto lugar en la producción mundial de este cereal con 22,663,953 ton (FAO, 2015). Sin embargo, se obtienen bajos rendimientos de grano (3.19 t ha^{-1}) debido a que el cultivo es afectado por distintos factores tales como las condiciones meteorológicas, manejo del cultivo, enfermedades que se presentan cada año con diferente grado de severidad, entre las que se encuentra la pudrición de mazorca causada por diferentes especies de *Fusarium*, que provoca reducciones en la producción de maíz que va de 25 a 35% (estimación de productores) en los estados de México y Tlaxcala.

Fusarium spp. además produce micotoxinas como las fumonisinas, moniliformina, zearalenona, zearalenol, tricotecenos, deoxinivalenol, que al ser ingeridas por humanos y animales tienen efectos cancerígenos, teratógenos, mutágenos, eméticos y estrogénicos (Ayvar-Serna, 1997; Gimeno y Martins, 2011). Una gran diversidad de especies de *Fusarium* se ha encontrado infectando tallo y mazorca de maíz (Morales-Rodríguez *et al*., 2007; Mesterházy *et al.,* 2012); las de mayor importancia, son *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenb., sin. *F*. *moniliforme* Sheld., que además de la pudrición promueve la germinación prematura del grano aún en la mazorca (Félix y Romero, 1981; Márquez y Ortiz, 1984), y *Fusarium graminearum* Schwabe, sin*. F*. *roseum* Link, más común en áreas frescas y húmedas, como las que se encuentran en el Altiplano de México (CIMMYT, 2004). Estos hongos son parásitos facultativos ya que tiene la capacidad de colonizar los restos vegetales como saprófitos y pueden sobrevivir también en estado latente formando peritecios. Durante la reproducción asexual produce macro y microconidios que constituyen el inóculo secundario (Niederhauser, 1949). La identificación tradicional de las especies de hongos se realiza mediante claves morfológicas (Booth, 1971), para *Fusarium*, son consideradas características como la forma de macroconidios, microconidios, color del micelio y formación de clamidosporas.

En los hongos, la virulencia, es una característica que les permite incrementar su poder de penetración e invasión, así como evadir los mecanismos de defensa del hospedero, que al interaccionar con condiciones ambientales, genotipo del hospedero, etapa de desarrollo de la planta, entre otros, resulta en diferencias en la severidad de la enfermedad. La presencia de *Fusarium* en las diferentes zonas productoras de maíz en México, al igual que la posible variación de su virulencia, ha sido poco estudiada; de ahí que, los objetivos de la presente investigación fueron: definir la distribución de las especies de *Fusarium* que causan pudrición de mazorca en diversas localidades de los estados de México, Tlaxcala y Puebla, y determinar la virulencia de aislamientos monoconidiales de *Fusarium* spp. de distintas localidades.

MATERIALES Y MÉTODOS

Colecta de muestras de maíz. En 2005 se realizó una colecta de 15 muestras de cinco mazorcas de maíz con síntomas de pudrición, en los almacenes de productores ubicados en ocho localidades del Estado de México; y en 2006 se colectaron 11 muestras adicionales, cinco en Estado de México, cinco en Tlaxcala y una en Puebla (Cuadro 1).

Cuadro 1. Localidades de origen de las muestras de maíz (*Zea mays* L.) utilizadas para aislar *Fusarium* spp. asociadas a pudrición de la mazorca.

Colecta 2005			Colecta 2006		
Localidad	Muestras	msnm	Localidad	Muestras	msnm
Poxtla, Edo. de Méx.	2	2450	Calimaya, Edo. de Méx.	2	2680
Juchitepec, Edo. de Méx.	2	2540	Temoaya, Edo. de Méx.	1	2680
Tlapala, Edo. de Méx.	2	2420	Toluca, Edo. de Méx.	1	2680
Ayapango, Edo. de Méx.	2	2450	La Cruz, Edo. de Méx.	1	2680
Cuijingo, Edo. de Méx.	3	2420	Xocoyucan, Tlax.	3	2240
San Diego, Edo. de Méx.	2	2550	Tlaxcala, Tlax.	2	2240
Ozumba, Edo. de México	1	2340	Texmelucan, Puebla	1	2440
Zoyatzingo, Edo. de Méx.	1	2420			

Aislamiento e identificación de *Fusarium*. Se tomaron ocho semillas de cada muestra con síntomas de pudrición. Las semillas se trataron durante un minuto en una solución al 3% de hipoclorito de sodio; posteriormente se enjuagaron dos veces con agua destilada y se colocaron sobre dos capas de papel filtro húmedo en una caja Petri estéril a una temperatura ambiente (17 - 25 °C) durante 10 días. Después de haberse desarrollado el micelio, se realizó la

identificación de las especies de los hongos directamente en cada una de las semillas siguiendo los criterios de Booth (1971).

Virulencia de los aislamientos de *Fusarium***.** La virulencia de 11 aislamientos de F. *verticillioides* y 4 de F. *graminearum*, fue evaluada en condiciones de campo durante el ciclo primavera-verano de 2005 en el Colegio de Postgraduados, C. Montecillo, bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones; la unidad experimental consistió de 2 surcos de 5 m de largo y 0.9 m de ancho, con dos plantas cada 50 cm del híbrido HS-2 (proporcionado por el Dr. Aquiles Carballo). Se aplicó un riego después de la siembra y posteriormente el experimento se condujo bajo condiciones de temporal.

Producción de inóculo. Se obtuvieron cultivos monosporicos de cada aislamiento y se incrementaron en placas Petri con medio de cultivo de papa-dextrosa-agar (PDA), posteriormente se realizó un incremento masivo sobre granos de avena entera con glumas como sustrato (De León y Pandey, 1989). La avena fue remojada en agua caliente, colocada en frascos de vidrio y esterilizada en autoclave por 45 min a 15 psi en 2 ocasiones. La avena inoculada se incubó a temperatura ambiente por tres semanas hasta que el sustrato estuvo completamente colonizado. Un día antes de usar el inóculo, al sustrato colonizado se le agregó agua estéril fría, y se extrajeron las esporas. El líquido se filtró a través de una gasa y con ayuda de un hematocitómetro se determinó la concentración de conidios y se diluyo hasta tener 1×10^6 esporas por mililitro.

Inoculación. Aproximadamente el 90% de las mazorcas primarias en cada parcela fueron inoculadas entre los 7 y 14 días después de la emisión de los estigmas. Para esto, un clavo de 1.5 cm de longitud fue fijado a un cabo de madera en cuya base se colocó una esponja (Drepper y Renfro, 1990). El clavo con la esponja se sumergió en la suspensión conidial y se introdujo a través de las brácteas, a la mitad del jilote. En cada repetición se dejó una unidad experimental sin inocular como testigo.

Evaluación de los síntomas. Al momento de las cosecha, las mazorcas inoculadas de cada parcela se evaluaron por la severidad de la enfermedad, a través de la escala 1 a 5, como una modificación a la utilizada por De León y Pandey (1989), donde: 1 = 0 a 20%, 2 = 21 a 40%, 3 = 41 a 60%, 4 = 61 a 80%, 5 = 81 a 100% de daño. Con estos valores, se calculó la media ponderada de daño por parcela.

$$\text{Media ponderada} = [(X_1.Y_1) + (X_2.Y_2) + ...+(X_5.Y_5)]/T$$

Donde: X_i = número de mazorcas en cada valor de la escala; Y_j = valor de la escala y T = número total de mazorcas. Los datos de severidad de cada aislamiento convertidos a porcentajes se analizaron mediante un ANOVA y se realizó la prueba de comparación de medias DMS (Diferencia Mínima Significativa, $\alpha = 0.05$) utilizando el programa estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la identificación morfológica de los hongos aislados de las diferentes muestras de maíz, se encontraron las especies *Fusarium graminearum*, *F. verticillioides* y *F. subglutinans* (Figura 1). Estas especies han sido reportadas como los principales agentes causales de la pudrición de mazorca por Niederhauser (1949), De León (1984) y Morales-Rodríguez *et al*., (2007). La distribución de las especies en las diferentes zonas muestreadas, fue de la siguiente manera: de las 15 muestras de mazorcas de la región Chalco-Juchitepec, Edo. Méx. 11 pertenecieron a *F. verticillioides* y 4 a *F. graminearum,* mientras que, de las 5 muestras del área centro del Estado de México, 2 correspondieron a *F. verticillioides,* 1 a *F. graminearum* y 2 de la localidad de Calimaya, correspondieron a *F. subglutinans;* de Tlaxcala, 4 fueron de *F. verticillioides* y 1 de *F. graminearum* y la muestra de Puebla también fue de *F. verticillioides, que* fue la especie más frecuente al encontrarse en el 69% del total de las muestras, mientras que *F. graminearum* solamente se encontró en 23%, y el 8% restante correspondió a *F. subglutinans*.

En cada zona, la relación entre estas tres especies fue aproximadamente de 8:3:1, lo cual se debe a que *F. verticillioides* está reconocido como el patógeno de la mazorca más común con distribución universal (CIMMYT, 2004). No se observaron diferencias en la distribución de las especies *F. verticillioides* y *F. graminearum* entre los Estados de México y Tlaxcala, posiblemente debido a sus condiciones ambientales similares, ya que climáticamente las diferencias en temperatura y precipitación media anual entre las regiones de colecta son mínimas (SMN, 2006).

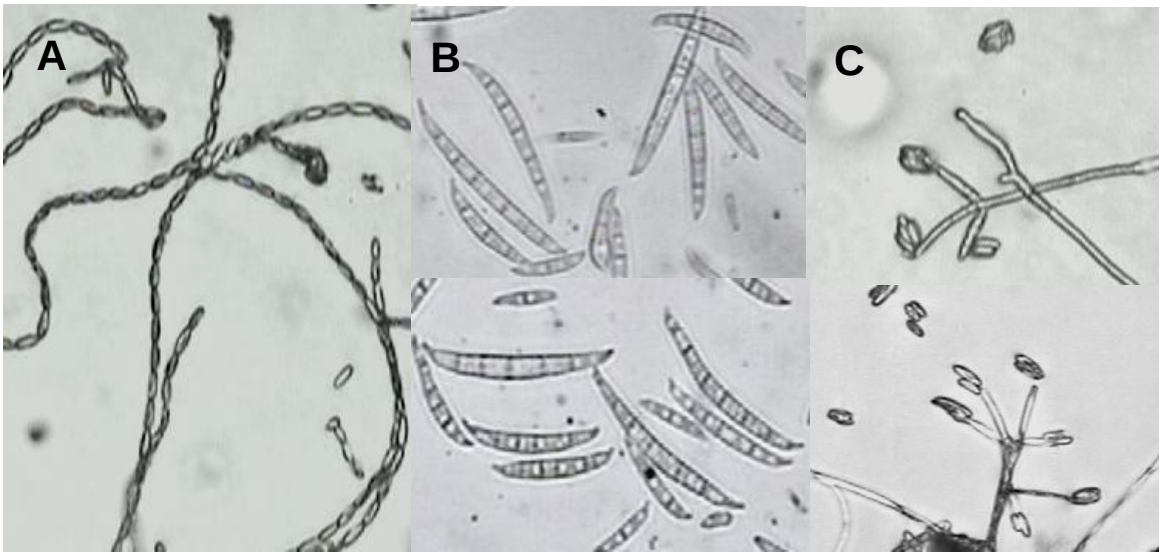


Figura 1. Características de Fusarium spp. Identificadas. A) microconidios en cadena de *Fusarium verticillioides*, B) macroconidios de *F. graminearum y* C) polifialides y microconidios de *F. subglutinans*.

El daño promedio producido por la inoculación artificial fue de 41.85 %, superior al producido por el inóculo natural local, en el tratamiento testigo sin inocular (27.4%), lo que indica que la inoculación fue efectiva, a su vez que confirma la prevalencia de la enfermedad de manera natural en el ambiente de evaluación.

El análisis de varianza (Cuadro 2) mostró diferencias estadísticas significativas (α = 0.05) para la severidad de la enfermedad, provocada por los diferentes aislamientos; así, los cuatro aislamientos más virulentos fueron el 12, 2, 9 y 6, en comparación con el 7, 5, 14 y 15 que para este trabajo, fueron los menos virulentos (Cuadro 3).

F. verticillioides, con un promedio de daño de 42.6%, fue más virulento que *F. graminearum* que produjo en promedio 39.6% de daño en mazorcas. Por otra parte, no hubo diferencias de virulencia entre los aislamientos de *F. graminearum*, mientras que para *F. verticillioides* hubo diferencias entre los aislamientos 12, 2, 9 y 6 con los aislamientos 5 y 14 (Cuadro 3), lo cual es posible debido a que, siendo *F. verticillioides* la especie más común, también podría ser la más variable.

Cuadro 2. Análisis de varianza para severidad de la enfermedad provocada por 16 aislamientos de Fusarium spp.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Bloque	3	356.435000	118.811667	4.75	0.0058 *
Aislamientos	15	1437.240000	95.816000	3.83	0.0002 **
Error	45	1125.125000	25.002778		
Total	63				
CV	12%				

FV= Fuente de variación; GL= grados de libertad; SC= Suma de cuadrados; CM = Cuadrado medio; CV=Coeficiente de variación.

Cuadro 3. Comparación de promedios de pudrición de mazorca provocada por especies de *Fusarium* de la zona Chalco- Juchitepec, Edo. de Méx.

No.	Localidad	Identificación Morfológica	Promedio de daño *
1	Poxtla-01	*F. verticillioides*	42.10 abc
2	Poxtla-02	*F. verticillioides*	47.35 a
3	Juchitepec-01	*F. verticillioides*	39.65 bc
4	Juchitepec-02	*F. graminearum*	42.30 abc
5	Tlapala-01	*F. verticillioides*	38.75 c
6	Tlapala-02	*F. verticillioides*	46.00 ab
7	Ayapango-01	*F. graminearum*	38.85 c
8	Ayapango-02	*F. graminearum*	41.25 abc
9	Cuijingo-01	*F. verticillioides*	46.00 ab
10	Cuijingo-02	*F. verticillioides*	40.15 bc
11	Cuijingo-03	*F. verticillioides*	40.85 abc
12	San Diego -01	*F. verticillioides*	47.40 a
13	San Diego -02	*F. verticillioides*	42.10 abc
14	Ozumba -01	*F. verticillioides*	38.65 c
15	Zoyatzingo-01	*F. graminearum*	36.40 c
16	Testigo Infección natural		27.40 d

*= Promedios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba DMS (α=0.05) = 7.1 %;

CONCLUSIONES

Las especies de *Fusarium* identificadas morfológicamente en las tres zonas de estudio fueron *Fusarium verticillioides* y *F. graminearum*, en tanto que *F. subglutinans* sólo se encontró en la localidad de Calimaya, Estado de México; la primera de estas fue la más frecuente.

Se observaron diferencias en el grado de virulencia entre aislamientos y especies evaluadas, siendo *F. verticillioides* la especie más virulenta, al provocar la mayor pudrición de mazorca.

BIBLIOGRAFÍA

Ayvar-Serna, S. 1997. Aislamiento e identificación de las micotoxinas producidas por el hongo *Fusarium moniliforme* Sheld., en maíz y su relación con las enfermedades denominadas pudrición de la mazorca y germinación prematura. Tesis de Doctorado. Fac. de Ciencias Biologicas, UNAM, México, D.F. 106 p.

Booth, C. 1971. The genus *Fusarium*. Commonwealth Mycol. Inst. Kew, Surrey. England. 237 p.

CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). 2004. Enfermedades del maíz: una guía para su identificación en el campo. 4ª Ed. CIMMYT. México, D.F. 118 p.

De León, C. 1984. Enfermedades del maíz: Una guía para su identificación en el campo. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 3ª Ed. México, D.F. 114 p.

De León, C. and Pandey, S. 1989. Improvement of resistance to ear and stalk rots and agronomic traits in tropical maize gene pools. *Crop Sci.,* 29: 12-17.

Drepper, W. J. and Renfro, B.L. 1990. Comparison of methods for inoculation of ears and stalks of maize with *Fusarium moniliforme*. Plant Disease 74:952-956.

FAO. 2015. Base de datos con cifras referidas a la producción de maíz. Disponible en: http://www.fao.org/statistics/es/ (consulta, julio 2015).

Félix G., R. y S. Romero, C. 1981. Etiología de la germinación prematura del maíz en Huamantla, Tlaxcala. Agrociencia 43:81-87.

Gimeno, A. y M. L. Martins (2011) Micotoxinas y micotoxicosis en animales y humanos. 3^{a} ed. Special nutients Inc. Miami, Fl. 128 p.

Márquez-Ortiz, J. de J y J. Ortiz C.1984. Germinación prematura del maíz (*Zea mays* L.) en la zona centro de Puebla. Revista Chapingo 9:79-86.

Mesterházy, A., M. Lemmens and L. M. Reid, 2012. Breeding for resistance to ear rots caused by *Fusarium* spp. in maize-a review. *Plant Breed*., 132:1-19.

Morales-Rodríguez, I., Yañez-Morales, M. de J., Silva-Rojas, H.V., García-de-los-Santos, G., Guzmán de Peña, D.A. 2007. Biodiversity of *Fusarium* species associated to ear rot in maize and their phylogenetic approach using ribosomal genes in Mexico. Mycopathologia 163:31-39.

Niederhauser, S.J. 1949. Enfermedades del maíz en México. Folleto de Divulgación No. 9. Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, D.F. 39 p.

SMN (Servicio Meteorológico Nacional). 2005. Temperatura y precipitación anuales medias. Disponible en: http://smn.cna.gob.mx/productos/map-lluv/precipit.gif (consulta, noviembre 2006).

DISTRIBUCIÓN DEL GÉNERO *Ataenius* (COLEOPTERA: SCARABAEOIDEA: APHODIINAE: EUPARIINI) ASOCIADAS A CULTIVOS DE MAÍZ DE TEMPORAL EN EL ESTADO DE DURANGO

Saúl Hernández-Amparan[1], J. Natividad Gurrola-Reyes[1], Rebeca Álvarez-Zagoya[1], Isaias Chairez Hernández[1] y Rene Humberto Blancarte Siqueiros[1]

[1]Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Instituto Politécnico Nacional, Sigma 119, Fraccionamiento 20 de Noviembre II, Durango, Durango, México, 34220. E-mail: nwaps_82@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La superfamilia Scarabaeoidea, es uno de los grandes grupos del orden Coleoptera y uno de los taxones de la clase insecta mejor conocidos del mundo y de México. Actualmente se han descrito cerca de 2,200 géneros y más de 31,000 especies a nivel mundial, de las cuales 2000 se han registrado para México (Ratcliffe y Jameson, 2002). La familia Scarabaeidae comprende uno de los grupos más numerosos de la coleopterofauna presente alrededor del mundo e incluye más de 27,800 especies, agrupadas en nueve subfamilias (Ratcliffe y Jameson, 2002a). Alrededor del mundo la Subfamilia Aphodiinae se compone de 12 tribus cerca de 280 géneros y aproximadamente 3,200 especies. En América está compuesto por 9 tribus, 128 géneros y 816 especies (Stebnicka, 2001; Skelley, 2008) En México se encuentran representadas cuatro de las 9 tribus incluidas en esta subfamilia (Deloya, 1994). En este numeroso grupo se encuentran los escarabajos estercoleros del género *Ataenius* Harold (1867), los cuales presentan una distribución mundial, sin embargo el mayor número de especies se encuentra en occidente y en Australia con más de 300 especies descritas. (Cartwright, 1974 Stebnicka, 2001). En México el género *Ataenius,* cuenta con cerca de 60 especies descritas y dentro de los estados con mayor número de especies se encuentran Veracruz (23), Chiapas (15), Sonora (13), San Luis Potosí y Guerrero (9), Durango (5) (Deloya, 1994; Ordoñez y Deloya 2004). A pesar de que en la última década se ha incrementado el estudio sobre los Aphodiinae en México, el conocimiento sobre la distribución geográfica es muy diverso e incompleto, ya que existen un cumulo de localidades en Mexico que requieren de una mayor esfuerzo de muestreo y una mayor caracterización de los sitios (Cabrero *et al*., 2010).

En el estado de Durango son relativamente pocas las referencias que se tienen acerca de la distribución geográfica del género *Ataenius* en cultivos agrícolas, sin embargo destacan las realizadas por Morón (1991) y Deloya (1994) en diferentes localidades del estado. Derivado de

lo anterior el objetivo de este trabajo consistió en obtener la distribución del género *Ataenius* en la zona agrícola de temporal en el estado de Durango.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se llevó a cabo en la zona agrícola del Estado de Durango específicamente en los principales municipios productores de maíz de la entidad (Figura 1). Se seleccionaron ocho localidades al azar que representaron la zona agrícola de temporal en el estado de Durango (Cuadro 1.) los cuales fueron: Mezquital-INIFAP, ITVG-Durango, Málaga-Durango, CIIDIR-IPN-Durango, Guadalupe Victoria, Canatlán, San Juan del Rio y Nuevo Ideal. Las localidades seleccionadas fueron georreferenciada con receptor de GPS utilizando el sistema de coordenadas geográficas WGS84. Para la colecta de escarabajos adultos se utilizó el método propuesto por Aragón (2008) con trampas omnidireccionales tipo embudo con lámparas de luz fluorescente negra de 20 Watts (w). Las lámparas se colocaron a un costado de los cultivos agrícolas y se dejaron encendidas de 8:00 p.m. a 8:00 a.m. Las colectas de realizaron durante el periodo del 30 de junio de 2015 a 30 de julio de 2015.

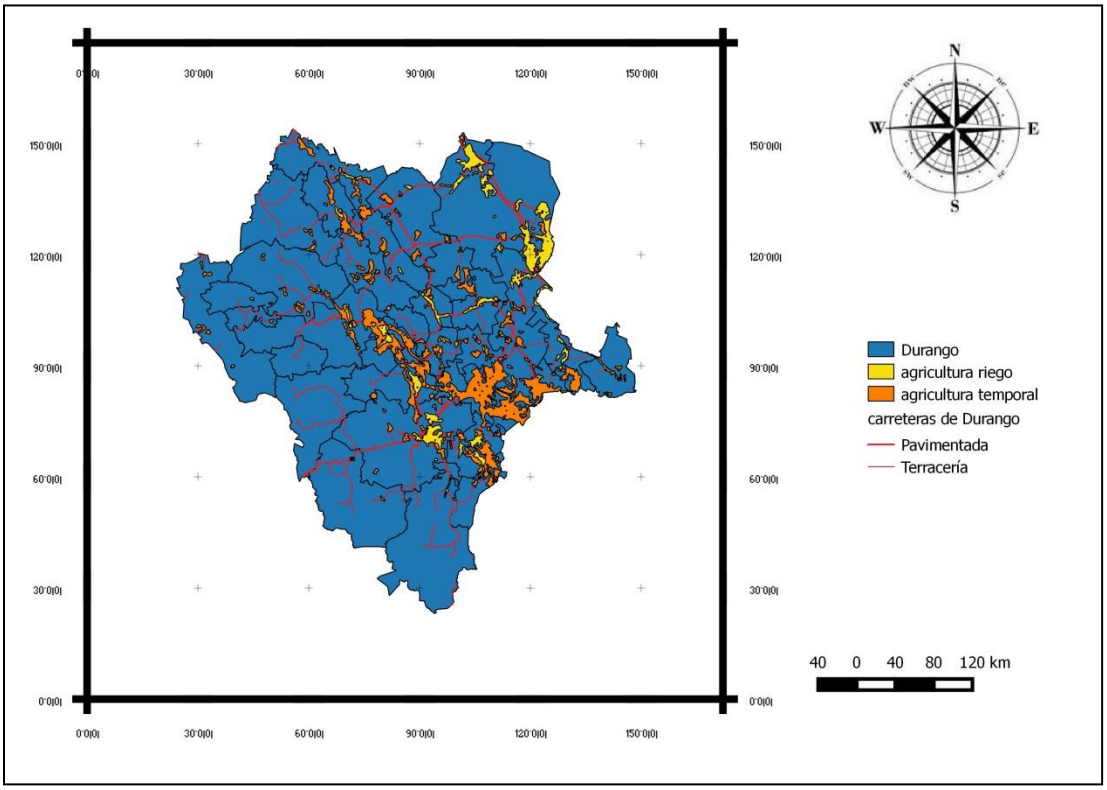


Figura 1. Área agrícola de temporal y riego del estado de Durango. Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2010.

Cuadro 1. Sitios de muestro de adultos del Genero *Ataenius*

Municipio/ localidad	Localización geográfica	Altitud (m.s.n.m)
1 Mezquital-INIFAP	N 23° 59´ 27.07´´; W 104° 37´ 28.18´´	1881
2 ITVG-Durango	N 24° 00´ 34.1´´; W 104° 26´ 37.9´´	1861
3 Málaga, Durango	N 24° 08´ 33.57´´; W 104° 30´ 37.78´´	1862
4 CIIDIR-IPN Durango	N 24° 03´ 04.9´´; W 104° 36´ 37.34´´	1876
5 Canatlán	N 24° 28´ 32.5´´; W 104° 42´ 37.5´´	1934
6 Guadalupe. Victoria	N 24° 28´ 25.6´´; W 104° 04´ 54.0´´	2009
7 San Juan del Rio	N 24° 46´ 44.27´´; W 104° 27´ 39.75´´	1692
8 Nuevo Ideal	N 24° 58´ 47.8´´; W 105° 02´ 42.9´´	1979

Para la caracterización de la vegetación circundante se tomó en cuenta el trabajo realizado por González *et al*. (2007) en "Vegetación y Ecorregiones de Durango". Para la identificación taxonómica de los escarabajos adultos se tomaron en cuenta las claves propuestas por Ratcliffe *et al.* (2002); Skelley y Gordon (2002) y Skelley (2008).

Se utilizó el software QGIS 2.6.1 Brighton con las cartas geográficas de suelos dominantes, agricultura de temporal uso de suelo y vegetación, para la ubicación de los sitios y la elaboración de los mapas de distribución del género *Ataenius*.

RESULTADOS Y DISCUSION

SITIO 1, 2, 3, 4, 6

Estos sitios están ubicados en la región de los valles el cual se caracteriza por un clima Semiseco templado y seco templado [BSk]. Con temperaturas medias anuales que varían entre los 16 y 20°C. Con una precipitación total anual que va de los 400 a los 600 mm, y una humedad relativa media anual que va de 50 a 60%. La vegetación predominante son los pastizales y matorrales, entre los que destacan las gramíneas (pastos) como *Bouteloua gracilis* (zacate navajita) y *B. curtipendula* (zacate banderita) y con un solo estrato herbáceo, destacando *Stevia y Viguiera*, más hacia el sur destacan el matorral, principalmente *Acacia schaffnem* (huizache), *Prosopis laevigata* (mezquite) y *Opuntia durangunesis* (nopal) (Gonzales *et al*., 2007). En estos sitios se capturaron un total de 680 individuos (Cuadro 2). Lo mostrado anteriormente difiere de los pocos trabajos realizados para este género en la República Mexicana, ya que solo se limitan a mencionar una vaga localidad o estado sin una

georreferenciación y caracterización del sitio, lo que impide hacer un contraste o en su caso elaborar y plantear hipótesis sobre la presencia y diversidad de estos *Aphodiinae* en Mexico.

Cuadro 2. Número de individuos por localidad del genero *Ataenius* colectados con trampas de luz negra en sitios de la región de los valles

Nombre del sitio	Genero	Número de individuos
1 Mezquital-INIFAP	*Ataenius*	293
2 ITVG-Durango	*Ataenius*	190
3 Málaga, Durango	*Ataenius*	210
4 CIIDIR-IPN Durango	*Ataenius*	313
6 Guadalupe Victoria	*Ataenius*	155

SITIO 5, 8

Estos sitios están ubicados en la región de la sierra subregión de pie de monte y sierras al oriente del Estado, donde se presenta un clima Semiseco templado [BS_1k] con lluvias en verano que no supera los 800 mm. Aquí se encuentran los bosques de clima templado, pastizales y matorrales de la región de los valles. Donde destacan *Arctostaphylos pungens* (manzanita) y *Quercus depressipes*, más al oriente sobre la Sierra del Rosario encontramos otro tipo de chaparral, donde predominan los encinos arbustivos (*Quercus* aff*., pringlen*), con A. pungens, *Rhus virens, Lindleya mespiloides* (charraquillo), entre otros (Gonzales *et al.,* 2007). En estos sitios se colectaron un total de 535 individuos distribuidos entre las dos localidades (Cuadro 3).

Cuadro 3. Número de individuos por localidad del genero *Ataenius* colectados con trampas de luz negra en sitios de la región de la sierra

Nombre del sitio	Genero	Número de individuos
5 Canatlán	*Ataenius*	320
7 San Juan del Rio	*Ataenius*	421
8 Nuevo Ideal	*Ataenius*	584

SITIO 7

Se ubica en las llanuras y serranías del Bolsón de Mapimí y forma parte del Desierto Chihuahuense los climas prevalentes son: muy seco semicalido [BWh], seco semicalido [BSh] y

muy seco muy cálido BW [h'], la vegetación está compuesta por matorrales xerófilos y algo de comunidades halófilas y gipsófilas es notoria la ausencia de árboles a excepción de zonas riparias (Gonzales *et al*., 2007). Y es muy importante la presencia de grandes superficies de áreas agrícolas dedicadas al cultivo de maíz. En esta zona se colectaron un total de 850 individuos. En general los resultados obtenidos concuerdan con lo reportado por Stebnicka (2001), quien describe que se pueden encontrar Aphodiinae en casi cualquier tipo de ecosistema.

DISTRIBUCIÓN DEL GENERO *Ataenius*

Los resultados obtenidos concuerdan con lo descrito por Morón y Deloya (1991) y Deloya (1994) donde reportan la presencia de al menos 6 especies del género *Ataenius.* Sin embargo no reportan una localización geográfica exacta, limitándose a decir Durango, El Salto o La Michilia. En la Figura 2 se muestra como se distribuye el género *Ataenius* sobre la superficie agrícola de temporal en el estado de Durango. Proporcionando localidades exactas y el número de individuos que se colectaron por localidad. El mayor número de individuos colectados se obtuvo en los sitios ubicados en las zonas serranas y la zona oriente del estado, quizá favorecidos por los bosques de clima templado, los pastizales y los matorrales. La región de los valles fue el sitio donde se reportaron el menor número de individuos, quizá debido a la presencia de luces urbanas que disminuyan el espectro de la luz negra y a la disminución de la ganadería en áreas urbanas. La presencia de pocas especies del mismo género concuerda con lo reportado por Stebnicka (2001) quien describe que en el continente Americano coexisten pocas especies de *Aphodiinae*, sin embargo existe un alto grado de endemismo.

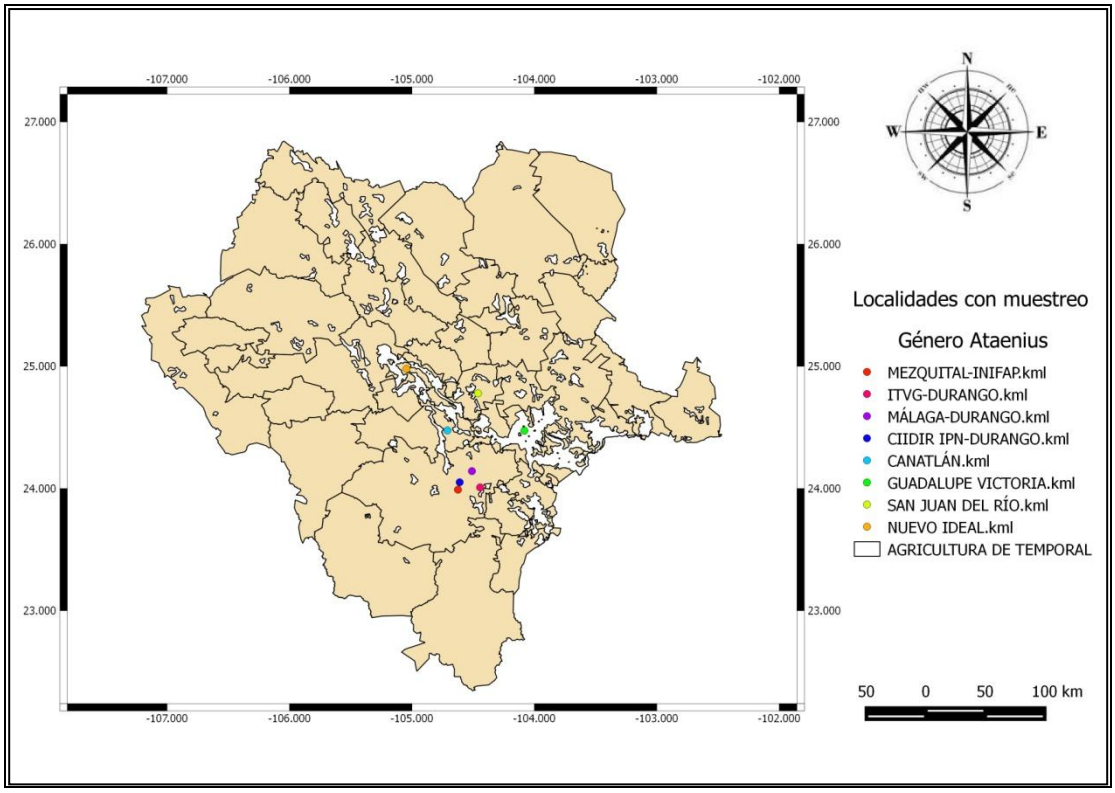


Figura 2. Distribución del género *Ataenius* en la superficie agrícola del estado de Durango. Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

El género *Ataenius* tiene una amplia distribución sobre la superficie agrícola de temporal del estado de Durango, que abarca desde la región de los valles hasta las zonas serranas colindante con la Sierra Madre Occidental. Esta especie fue encontrada en agroecosistemas con agricultura de temporal, con o sin sistemas de producción pecuaria.

BIBLIOGRAFÍA

Aragón, A. Nochebuena C.D., Morón M.A., López F. (2003). Uso de trampa de luz fluorescente para el manejo de la gallina ciega (Coleoptera:Melolonthidae) en maíz (Zea mayz L.) Agrociencia 42(2) 217 – 223.

Cabrero, F. J ., Dellacasa, M., Martínez, I., Lobo, J. M.; Dellacasa, G. (2010). Distribución de las especies de Aphodiinae (Coleoptera, Scarabaeoidea, Aphodiidae) en México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 26 (2) ,323-399.

Cartwright, O. L. (1974). *Ataenius*, *Aphotaenius*, *Pseudataenius* of the United States and Canada (Coleoptera: Scarabaeidae: Aphodiinae). *Smithsonian Contribution to Zoology, 154, 1-106.*

Deloya, C. (1994). Distribución del género *Ataenius* Harold, 1867 en México (Coleoptera: Scarabaeidae: Aphodiinae, Eupariini). . *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie), 61, 43-56.

González. E.M.S., M. González E. y M. A. Márquez L., (2007). *Vegetación y Ecorregiones de Durango.* Plaza y Valdés S. A. de C. V. México DF. 219 pp.

Morón M. A. y Deloya C. (1991). Los coleópteros Lamelicornios de la Reserva de la Biosfera de "La Michilia" Durango México. *Folia Entomológica Mexicana*, 81, 209-283.

Ordoñez, M. y Deloya C. (2004). SCIENTIFIC NOTE: New Mexican State Record for *Ataenius texanus* Harold (Coleoptera: Scarabaeidae: Aphodiinae, Eupariini). *The Coleopterists Bulletin,.* 58 (1), 20-20

Ratcliffe, B. C., Jameson M. L., Smith B. T. (2002). Scarabaeidae Latreille 1802. En H. A. J. Ross., C. T., Michael, and P. E. Skelley (Eds.). *Volume 2 American Beetle Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea*. (pp. 39-81). Boca Raton, Florida, United States of America. CRC Press.

Ratcliffe, B. C., Jameson M. L. (2002a). Superfamily Scarabaeoidea Latreille 1802. En H. A. J. Ross., C. T., Michael, and P. E. Skelley (Eds.). Volume 2 American Beetle Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea. (pp. 39-81). Boca Raton, Florida, United States of America. CRC Press.

Skelley, P. (2008). *Key to genera of New World Eupariini (Scarabaeidae: Aphodiinae)*. Recuperado de http://www.museum .unl.edu/research/Entomology /Guide/Scarabaeoidea /Scarabaeidae/Aphodiinae/AphodiinaeTribes/Eupariini/Key/EuparіiniK.html.

Stebnicka, Z. T. (2001). Aphodiinae (Insecta: Coleoptera: Scarabaeidae). *Fauna of New Zealand, 42, 1-64.*

Skelley, P., Gordon R. D. (2002). Scarabaeidae Latreille 1802. En H. A. J. Ross., C. T., Michael, and P. E. Skelley (Eds.). *Volume 2 American Beetle Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea*. (pp. 39-81). Boca Raton, Florida, United States of America. CRC Press.

DETECCIÓN MOLECULAR E INCIDENCIA DE BACTERIAS FITOPATÓGENAS EN CULTIVO DE TOMATE, EN LA COMARCA LAGUNERA DE COAHUILA

Eliel Rocha Galván[1] , Omar Guadalupe Alvarado-Gómez[2], Verónica Ávila-Rodríguez[1], Urbano Nava-Camberos[3] y Florencio Jiménez-Díaz[4]

[1]Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez del Estado de Durango, Gómez Palacio, Durango. [2]Facultad de Agronomía de la Universidad de Nuevo León, Carr. Laredo Km. 3, General Escobedo, Nuevo León, México. [3]Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango, Carretera Gómez Palacio-Tlahualilo. Venecia Durango, México. [4] Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna. Torreón, Coahuila

INTRODUCCIÓN

El cultivo de tomate, *Solanum lycopersicum* (Mill), es una especie de la familia de las solanáceas originaria de México y cultivada en todo el mundo por su fruto comestible (López *et al*., 2011). El tomate es la hortaliza más difundida en todo el mundo, y la podemos encontrar en más de 170 países, su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. Durante 2013 se estableció una superficie de 490 ha de tomate bajo condiciones protegidas, con una producción de 64,406 toneladas y un valor de la producción de $ 412.1 millones de pesos.

La producción de tomate se ve fuertemente amenazada año tras año por el ataque de insectos y enfermedades. Los cuales constituyen un factor limitante en la producción de tomate en muchas partes del mundo Pernezny *et al*. (2003). Entre los principales patógenos que disminuyen el rendimiento y demeritan la calidad en tomate se encuentran las enfermedades inducidas por bacterias.

La mayor parte de las especies bacterianas que constituyen agentes de enfermedad en plantas están contenidas en los géneros Pseudomonas, Ralstonia, Erwinia, Agrobacterium, Clavibacter, Xylella y Xanthomonas (Vidaver y Lambrecht 2004; Kado 2010). Al respecto Pérez *et al*. (2007), realizaron aislamientos de flora bacteriana en cultivos de jitomate en 4 localidades del estado de Puebla, México. En contrando los siguientes géneros bacterianos: *Aeromonas salmonicidama, Brevundimonas vesicularis*, *Burkholderia cepacia, Burkholderia gladioli, Chromobacterium violaceum, Chryseobacterium indologenes, Chryseobacterium meningosepticum, Pasteurella trehalosi, Myroides spp., Pantoea spp., Pasteurella pneumotropica, Pseudomonas luteola, Pseudomonas oryzihabitans, Psychrobacter phenylpyruvicus, Sphingomonas paucimobilis y Stenotrophomonas maltophilia.* Perea *et al.* (2011), detectaron la bacteria *R. solanacearum,* utilizando PCR, mediante un par de oligonucleótidos universales 759/760 amplificando un fragmento de 280 pb del ADNr. Para la identificación de la raza se utilizó el par de primers 630/631 específicos para la raza 3.

Lacava *et al.* (2006), mencionan que los métodos más recientes para la identificación de especies de bacterias son los métodos moleculares mediante las técnicas de PCR y secuenciación que juntos con la bioinformática, son considerados herramientas valiosas para estudios de identificación, caracterización y estructura de las comunidades microbianas en diferentes ambientes (Nocker *et al*., 2007). Por lo anterior el presente estudio tuvo como objetivo determinar mediante PCR las bacterias fitopatógenas, en cultivo de tomate, bajo diferentes condiciones de producción, en la Comarca Lagunera de Coahuila.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio. En el presente estudio se realizó bajo diferentes condiciones de producción de tomate: campo abierto (en los terrenos experimentales de la Unidad Laguna de la UAAAN, Torreón Coahuila), casa sombra (rancho de producción VIGO ubicada, El Pilar, Coahuila) y en invernadero (ubicada Hidalgo municipio de Francisco I. Madero). El trabajo de laboratorio se realizó en el Laboratorio de Biología Molecular de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez del Estado de Durango y en el Laboratorio de Diagnóstico fitosanitario Biociencia, Monterrey, NL.

Las muestras de tejido vegetal fueron recolocadas en bolsas de plástico y etiquetadas de acuerdo a sus datos: hibrido, tratamiento y repetición. Posteriormente, las muestras se trasladaron al laboratorio y se colocaron a -70ºC para su procesamiento y análisis.

Extracción ADN. Para la extracción de ADN de tejido vegetal se tomó 5 mm de diámetro de una hoja, mediante el método CTAB (cetyl trimethyl amonium bromide).

Amplificación de ADN. La detección de bacterias se realizó en tubos Eppendorf de 0.2 mL con un volumen total de reacción de 25 µl en un PCR punto final, de acuerdo al procedimiento de Sambrook *et al*. (1989), el cual consiste en utilizar 5 µl de Buffer de PCR 5X, 1µl de MgCl 25x Mn, concentración final. 0.5 µl de dNTPs 2.5Mn, concentración final, 0.5µl de cada primer de 10 picomoles/µl concentración final, 0.5µl cada uno (1.5 U) Taq DNA polimerasa, 15 µl agua de grado MiliQ y 2 µL de DNA. Los primers y programa térmico fueron: para *Liberibacter. solanacearum* Gen AO2-OI2C y 5`-gcgcttatttttaataggagcggca-3´5´-gcctcgcgacttcgcaacccat-3´ 94°C a 5 min, 94°C a 30 seg, 55°C a 30seg, 72°C a 1 min y 72°C a 6 min (Liefting 2009), para pseudomonas el gen PsF-PsR 5´-ttggctaggtatcgctatgg-3´ y 5' aggacccagttttggagtgc-3', 94°C a 5 min, 45 ciclos de 94°C 1 min, 52°C 1 min, 72°C 1min, y 5 min a 72°C (Purohit *et al.,* 2003). *Clavibacter michiganensis* mediante la amplificación del gen CMM5-CMM6 5´gcgaataagcccatatcaa3´ y 5´cgtcaggaggtcgctaata3´ (Dreier *et al.,* 1995), 94°C a 60seg, 94°C a 60seg, 55°C a 90seg, 72°C a 60 min, 72°C a 4 min (Alvarado 2012) y para Erwinia el gen Gen

Erwi1-Erwi2 bajo el programa térmico 94°C a 3 min, 94°C a 60seg, 55°C a 90seg, 72°C a 2 min, 72°C a 5 min, Waleron (2002).

Visualización del DNA. Los productos de extracción como los amplificados fueron separados en geles de agarosa al 0.8% y 1.5% respectivamente, con amortiguador TBE 0.5% (tris base, ácido bórico, EDTA al 0.5M Ph 8.0). Se empleó un marcador de peso molecular de 100 a 3,000 pb (Axygen Ladder) como referencia. Los geles fueron fotografiados en un fotodocumentador Multidoc-IT UVP®.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Detección de bacterias en tejido vegetal. Las principales bacterias determinadas fueron *Liberibacter solanacearum, Pseudomonas* spp., *Clavibacter michiganensi y Erwinia*. Al respecto Vidaver y Lambrecht (2004), Kado (2010), mencionan que los principales géneros bacterianos considerados como agentes de enfermedades son: *Pseudomonas*, *Ralstonia*, Erwinia, *Agrobacterium*, *Clavibacter*, *Xylella* y *Xanthomonas*.

Se analizaron colectaron 160 muestras de tomate, 100 fueron de campo abierto, de las cuales 58 de ellas fueron colectadas el 23 de junio en tomate trasplantado en primavera y 42 muestras se colectaron el 10 noviembre del 2013 en tomate trasplantado en verano. De las 60 muestras restantes, 30 correspondieron a tomate cultivado en condiciones de invernadero y 30 a tomate cultivado en casa sombra.

Detección de *Liberibacter solanacearum*. Los productos de PCR obtenidos correspondieron a un tamaño de 1200 pb, lo que indica la detección positiva de la bacteria en las muestras de tomate de campo abierto. Se analizaron 100 muestras de tomate de campo abierto que se analizaron para la detección de *L. solanacearum* mediante PCR convencional, el 31% resultaron positivas a la bacteria (Cuadro 1). En tomate trasplantado en primavera, en condiciones de campo abierto, de las 58 muestras de tomate colectadas 26 resultaron positivas al patógeno, lo que correspondió a un 44.8% de muestras positivas, mediante PCR convencional. El híbrido Top 1182 presentó mayor incidencia de la bacteria con 53.5% de muestras positivas; mientras que en el híbrido Sahel 36.6% resultaron positivas. En tomate de verano, en campo abierto, se colectaron 42 muestras, de las cuales 23 correspondieron al híbrido Sahel y 19 al híbrido TOP 1182, resultando positivas a la bacteria sólo 5 muestras de Top 1182, lo cual correspondió al 11.9% del total de muestras y el 26.3% de las muestras de Top 1182. En casa sombra se analizaron 40 muestras del híbrido top 1182, donde se obtuvo un 12.5% de muestras positivas, mientras que en invernadero, no hubo muestras positivas. En el

presente estudio se detectó la presencia de *Ca*. *Liberibacter solanacearum* en plantas de tomate y en su insecto mediante la técnica de PCR. Lo cual coincide con lo reportado por Munyaneza *et al*. (2009) quien asocia a *B. cockerelli* con la bacteria *L. solanacearum*. La bacteria *Candidatus Liberibacter soalanacearum* ha sido asociada con El permanente del tomate y a su insecto vector *B. cockerelli* (Munyaneza *et al*., 2009). Lo cual coincide con lo encontrado en el presente estudio.

Cuadro 1. Número y porcentaje de muestras positivas a *L. solanacearum* mediante PCR convencional, en diferentes híbridos y condiciones de producción de tomate.

Condición de Producción	Época de trasplante	Híbrido	Tamaño de Muestra	Muestras Positivas	
				Número	%
Campo Abierto	Primavera	Sahel	30	11	36.6
		Top 1182	28	15	53.5
		Sahel+ Top1182	58	26	44.8
	Verano	Sahel	23	0	0
		Top 1182	19	5	26.3
		Sahel+Top1182	42	5	11.9
Casa Sombra	Verano	Top 1182	40	5	12.5
Invernadero	Verano	Aquiles	30	0	0

Detección de *Pseudomonas* spp. Se procesaron 45 muestras de tomate con la finalidad de detectar las bacterias que corresponden a este género. Los productos de PCR obtenidos para el gen PsF-PsR correspondieron a un tamaño de 1020pb, lo que indica la detección positiva de la bacteria *Pseudomonas* sp. en tres muestras de campo abierto y una de malla sombra. Se encontró un total de cuatro muestras positivas en este análisis, lo cual corresponde a un 8.9 % de muestras positivas. Pérez *et al.* (2007) al realizar determinación bacterias en cultivos de tomate reportan un total 69 aislamientos agrupados en 17 géneros bacterianos. El género *Pseudomonas spp*. fue el que se encontró en común en ambos estudios Kado (2010).

Detección de *Clavibacter michiganensis*. Se analizaron 45 muestras de plantas de tomate con síntomas de la bacteria a las cuales se les extrajo el ADN y se amplificó el gen CMM5-CMM6. No se detectaron muestras positivas para Cmm. El cáncer bacteriano es uno de los principales problemas fitosanitarios que afectan el cultivo de tomate y el agente causal de esta

enfermedad es *Clavibacter michiganenis* subespecie *michiganensis.* En el presente estudio no se pudo detectar la presencia de la bacteria *C*. *michiganensis* a diferencia de lo obtenido por llamas y Noval (1995) y López *et al.* (2010) que al utilizar los iniciadores CM y CM4, pudieron detectar a *C. michiganensis* sub *michiganensis*. En el primero de los estudios obteniendo un 98% de similitud al ser comparadas con la base de datos del *GenBank.*

Detección de *Erwinia*. Para el análisis de *Erwinia* spp. se procesaron 30 muestras de plantas de tomate con síntomas de la bacteria a las cuales se les extrajo DNA y se amplificó el gen Erwi1-Erwi2. No se detectaron muestras positivas para esta bacteria.

Cuadro 2. Número y porcentaje de muestras positivas a bacterias fitopatógenas mediante PCR convencional, en diferentes híbridos y condiciones de producción de tomate establecido en verano.

Bacteria	Condición de Producción	Híbrido	Tamaño de Muestra	Muestras positivas (No.)	Muestras positivas (%)
Pseudomonas spp.	Campo Abierto	Sahel	15	3	20.0
		Top 1182	15	0	0.0
	Malla sombra	Sahel	15	1	6.7
		Total	45	4	8.9
C. michiganensis	Campo Abierto	Sahel	15	0	0
		Top 1182	15	0	0
	Malla sombra	Sahel	15	0	0
		Total	45	0	0
Erwinia spp.	Campo Abierto	Sahel	15	0	0.0
	Malla sombra	Sahel	15	0	0.0
		Total	30	0	0.0

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos se concluye que *L. solanacearum* se encuentra presente en plantas de tomate.

De acuerdo a la condición de producción se detectó a *L. solanacearum* en 0%, 15% y 31% de las muestras de tejido de tomate de invernadero, casa sombra y campo abierto, respectivamente, mediante el gen OA2 y Oi2C del DNAr.

Se detectó la presencia del género *Pseudomonas* sp. en 4 muestras, lo cual corresponde al 8.9 %, las bacterias *Clavibacter michiganensis y Erwinia* no se detectaron en tejido de tomate.

BIBLIOGRAFIA

Dreier, J., Bermpohl A., Eichenlaub R., 1995. Southern hybridization and PCR for specific detection of phytopathogenic, *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. *Phytopathology* 85: 462-468.

Kado, C, I. 2010. Plant bacteriology. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota, U.S.A. 336p.

Lacava, T. P.; Dini, A F.; Araujo, W.; Azevedo, J. 2006. Caracterização da comunidade de bacterias endofíticas de cítricos por isolamento, PCR específica e DGGE. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília 41: 637-542.

Llamas, S. y Noval C. 1995. Sensibilidad de la técnica PCR para cepas de *Clavibacter michiganensis* sub sp. *michiganensis* Bol. San. Veg. Plagas, 21: 117-123.

Liefting, L. W., Sutherland, P. W., Ward, L. I., Paice, K. L., Weir, B. S., Clover, G. R. G. 2009. A new '*Candidatus Liberibacter'* species associated with diseases of Solanaceous crops. Plant Dis. 93:208-214.

López-Reyes, L.; Carcaño-Montiel, Moisés Graciano; Pérez-y-Terrón, Rocío., Fuentes-Ramírez, Luis Ernesto. 2011. La biodiversidad en Puebla, Estudio de Estado. La diversidad de especies: Diversidad en bacterias. Comisión Nacional para el Uso de la Biodiversidad 4: 93-98.

Munyaneza, J. E., Sengoda V. G., Garzón-Tiznado J. A., Cárdenas-Valenzuela O.G. 2009b. First Report of "*Candidatus Liberibacter solanacearum*" in pepper plants in Mexico. Plant Disease, 93:10:1076.

Nocker, A., Burr M., Camper A. 2007. Genotypic Microbial Community Profiling: A Critical Technical Review. Microbial Ecology. P. 1-10.

Perea, S. J. M, R. S. García E., R. Allende M., J. A. Carrillo F., J.León F. B. Valdez T. y F. S. M. López S. 2011. Identificación de Razas y Biovares de *Ralstonia solanacearum* Aisladas de plantas de tomate. Revista Méxicana de Fitopatología 29: 98-108

Pérez, T. Roció, J. Muñoz. R., y Herrera H. J. R. 2007. Flora bacteriana asociada a cultivos de jitomate (*Lycopersicon esculentum,* Mill) en el Estado de Puebla, México. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo.

Pernezny, L., P. D. Roberts, J. F. Murphy, and N. P. Goldberg. 2003. Compendium of paper diseases. The American Phytopathogical Society. St. Paul, Minesota, U.SA. 63p.

Purohit, H.J., Raje, D.V., Kapley, A. 2003. Identification of asignature and primers specific to genus Pseudomonas using mismatched patterns of 16 rDNA sequences

Sambrook J, Fritsch EF, Maniatis T (1989). Molecular Cloning: A laboratory Manual (2nd Edition). Cold Spring Harbor Laboratory, New York.

Vidaver, A. K. and P. A Lambrecht. 2004. Bacteria as Plant Pathogens. The Plant Health Instructor. On-line DOI:10.1094/PHI-I-2004-0809-01.

Waleron, M., Waleron K, K., Podhajska, A. J. and Lojkowska, E. (2002). Genotyping of bacteria leonging to the former Erwinia genus by PCR-RFLP analysis of to the recA gene fragment. Microbiology 148:583-595.

PARASITISMO NATURAL DE LOS BARRENADORES DE LA NUEZ, *Acrobasis nuxvorella*, Y DEL RUEZNO, *Cydia caryana* (LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE Y PYRALIDAE), EN LA COMARCA LAGUNERA.

María Guadalupe Torres-Delgado[1], Verónica Ávila-Rodríguez[1], Urbano Nava-Camberos[2], Josué Manuel De La Cruz-Ramos[1] y Luis M. Valenzuela Núñez[1]

[1] Facultad de Ciencias Biológicas, UJED, Gómez Palacio Dgo. [2] Facultad de Agricultura y Zootecnia, UJED, Ej. Venecia, Dgo. mariatorresdelgado91@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La producción de nuez pecanera es uno de los frutos secos más importantes por el valor económico que genera, *Carya illinoinensis* (K. Koch) es la especie mayormente cultivada en la zona norte de México. La producción se destina al mercado de exportación en un 62.5% y el resto se consume en el país (González-Chávez *et al.* 2009). En la Comarca Lagunera, actualmente el valor de la producción ocupa uno de los primeros lugares entre los frutales de la región, la superficie sembrada en 2014 fue de 7,125 ha con una producción de 9,126 Ton. (1.28 t/ha) lo cual corresponde a un valor de $ 374,370, 180 mdp ($52,543/ha) (El Siglo de Torreón 2015). Sin embargo, la producción de nuez se ve limitada por las principales plagas que atacan al fruto, siendo estas el gusano barrenador de la nuez (GBN), *Acrobasis nuxvorella* Neunzig y el *g*usano barrenador del ruezno (GBR), *Cydia caryana* Fitch (Nava y Ramírez 2001).

El GBN es la principal plaga desde que brota la nuez, y si el incremento poblacional del mes de mayo no se controla, puede generar del 4 al 41% de daño en las nogaleras de la Comarca Lagunera*.* El GBR es la plaga más difícil de combatir, al barrenar el ruezno afecta el flujo de nutrimentos lo que ocasiona el mal llenado de la almendra por lo que disminuye el rendimiento y calidad de la nuez. Todas las variedades de nogal son afectadas desde las resistentes con un 35.4% y las vulnerables con un 71.4% (Rojo y Cortés 1997). El control de estas plagas del nogal, en las diferentes regiones agrícolas de nuestro país, se ha basado fundamentalmente en el uso de insecticidas ocasionando el incremento en los costos de producción, la resistencia de las plagas a los productos químicos y la contaminación ambiental. En relación con las técnicas de control, se ha generado suficiente tecnología sobre control químico, pero la tecnología sobre control cultural (Como el barbecho y el removimiento de la tierra) y particularmente sobre control biológico es insuficiente para ambas plagas (Nava y Fu 2007). En algunas regiones nogaleras, el GBN es controlado con liberaciones de *Trichogramma* pero la efectividad de estos insectos benéficos no se ha evaluado en la región (Rojo y Cortés 1997, Nava y Fu 2007)*.* Zavala (1997) señala que estas plagas son atacadas por un gran número de parasitoides como lo demuestran estudios en diferentes regiones productoras y que los parasitoides generan un impacto

significativo sobre las plagas, pero en muchas regiones nogaleras no se conocen las especies presentes ni su actividad. Nickels *et al.* (1950), en Texas, señalan que el parasitismo natural es un factor importante para el control del GBN en huertas sin uso de plaguicidas. En Nuevo León, Garza (1970), señala que el mayor grado de parasitismo ocurre durante junio y julio. Guajardo (1966), en Nuevo León, determino que en febrero, marzo y octubre las larvas de GBR sufren el mayor porcentaje de parasitismo.

Por el gran impacto que tienen estas plagas sobre la producción de nuez, es de vital importancia conocer el nivel de parasitismo natural y las especies de parasitoides que inciden sobre las dos principales especies de insectos plaga del nogal, con el propósito de tomar mejores decisiones para su manejo integrado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. La Comarca Lagunera está ubicada en el norte-centro de México, integrada por cinco municipios del suroeste del estado de Coahuila y 10 del noreste del estado de Durango, el clima es seco desértico con una precipitación media anual de 220 mm con una altitud media de 1100 msnm (Orona *et al.,* 2006). El presente estudio se realizó en cinco huertas de nogal con diferente manejo de insecticidas, ubicadas en el ejido Hormiguero, Coahuila (Convencional químico bajo), Rancho El Refugio (Biorracional), en FAZ- UJED Venecia, Durango (Orgánico) y El Establo (Orgánico) y la Cántabra (Convencional químico alto), durante el 2014 y 2015.

Trabajo de campo. Se colectaron nueces con presencia de daño de GBR del 10 al 30 de octubre del 2014 en cuatro huertas nogaleras. Se colectaron nueces con huevecillos de la primera generación del GBN el 4 y 6 de mayo del 2015 en la huerta Hormiguero. Posteriormente, del 30 de mayo al 6 de junio de 2015, se colectaron nueces infestadas por larvas de la primera generación del GBN de cuatro huertas nogaleras. Adicionalmente, del 16 al 18 de julio del 2015, se realizó otra colecta de nueces infestadas por la segunda generación de GBN en tres huertas de nogal. Las nueces se colectaron manualmente, cuidando de no perturbar a los insectos plaga. Se colocaron y etiquetaron en bolsas de papel canela para evitar la generación de humedad luego se trasladaron al laboratorio de entomología para su posterior procesamiento.

Trabajo de laboratorio. Para el GBR se procedió a buscar manualmente las larvas y pupas, rompiendo el ruezno, las cuales se contabilizaron y se colocaron en grupos de 10 larvas por cámara de emergencia, las cuales consistían en vasos de unicel de 1 L, colocando un papel

secante dentro para evitar la humedad, cubiertos con tela de tul la cual se sostuvo con una liga de látex. Para el GBN, las nueces con huevecillo se colocaron en tubos Eppendorf de 1 ml con un orificio cubierto con tela de tul en la tapa para permitir la ventilación. Las nueces con presencia de daño se colocaron individualmente en cámaras de emergencia, las cuales consistieron en vasos de plástico de 3 cm de diámetro por 4 de largo, se colocó un pedacito de papel secante para evitar la humedad y se cubrieron con tela de tul sujetados por una liga de látex. Las cámaras de emergencia se etiquetaron con los datos correspondientes de cada huerta. Las cámaras de emergencia se revisaron cada tercer día por un período de 30 días después de la fecha de colecta. Los himenópteros emergidos se capturaron utilizando guantes de látex y con ayuda de un pincel humedecido se procedió a colectar cada uno para colocarlos en tubitos Eppendorf de 1 ml, se etiquetaron con los datos correspondientes y se guardaron en el refrigerador a -30 ºC. Posteriormente se procedió a la identificación de los especímenes de parasitoides a nivel de familia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición de parasitoides a nivel de familia. Los parasitoides obtenidos pertenecen a las familias Braconidae (2%), Bethylidae (17%) y Eulophidae (81%).

Parasitismo del gusano barrenador del ruezno (GBR), *C. caryana*. Se colectaron un total de 967 nueces, se contabilizaron 924 larvas y 6 pupas, de las cuales emergieron 1014 parasitoides, la mayoría de larvas y solo uno de pupa. Se puede observar claramente como las poblaciones de parasitoides aumentan en las huertas con menor o nula aplicación de insecticidas obteniendo un 55.9 % en FAZ-UJED y un 19.2 % en El Refugio, así como la disminución en las nogaleras de la Cántabra y Hormiguero con aplicaciones de insecticidas (11.7 y 13.1 % respectivamente) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Parasitismo de larvas y pupas de *C. caryana* colectadas al final del ciclo agrícola P-V 2014 en huertas de nogal con diferente manejo de plagas.

Huerta	Manejo	Nueces Colectadas	*C. caryana*		Parasitoides emergidos	
			Larvas	Pupas	Número	%
FAZ-UJED	Orgánico	300	329	3	567	55.9
El Refugio	Biorracional	300	326	2	195	19.2
Hormiguero	Químico bajo	167	167	0	133	13.1
La Cántabra	Químico alto	200	102	1	119	11.7
Total		**967**	**924**	**6**	**1014**	**100**

Parasitismo del gusano barrenador de la nuez (GBN), *A. nuxvorella*. No hubo emergencia de parasitoides de 202 huevecillos de la primera generación colectados en la huerta Hormiguero el 4 y 6 de mayo del 2015. De 702 nueces infestadas de cuatro huertas de nogal, las cuales contenían 50 adultos, 68 larvas y 7 pupas, emergieron un total de 30 parasitoides, la mayoría de larvas y pupas. De las huertas sin aplicaciones de insecticidas, FAZ-UJED y El Establo, emergieron la mayoría de los parasitoides (63.3 y 30%, respectivamente); mientras que muy pocos parasitoides emergieron de las huertas El Refugio y Hormiguero (6.7 y 0 % respectivamente) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Parasitismo de huevecillos, larvas y pupas de la primera generación de *A. nuxvorella* colectados durante mayo y junio del ciclo agrícola P-V 2015, en huertas de nogal con diferente manejo de plagas.

Localidad	Manejo	Nueces Colectadas	*A. nuxvorella*			Parasitoides emergidos	
			Adultos	Larvas	Pupas	Número	%
FAZ-UJED	Orgánico	305	30	7	1	19	63.3
El Establo	Orgánico	176	18	8	3	9	30.0
Refugio	Biorracional	7	1	0	0	2	6.7
Hormiguero	Químico Bajo	214	1	53	3	0	0.0
Total		**702**	**50**	**68**	**7**	**30**	**100**

En el Cuadro 3 se pueden observar las cantidades de parasitoides emergidos de la segunda generación del GBN, la cual muestra la misma tendencia observada anteriormente; es decir, la mayoría de los parasitoides se obtuvieron de las huertas con manejo orgánico (FAZ-UJED) o biorracional (El Refugio).

Cuadro 3. Parasitismo de larvas y pupas de la segunda generación de *A. nuxvorella* colectados durante julio del ciclo agrícola P-V 2015, en huertas de nogal con diferente manejo de plagas.

Huerta	Manejo	Nueces Colectadas	Parasitoides emergidos	
			Número	%
FAZ-UJED	Orgánico	200	11	84.6
Refugio	Biorracional	104	2	15.4
Hormiguero	Químico	200	0	0.0
Total		**504**	**13**	**100**

*Los datos aun no son procesados

Rojo y Cortés (1997) y Nava y Fu (2007) destacan que en algunas regiones nogaleras, *A. nuxvorella* es controlado con liberaciones de *Trichogramma* pero la efectividad de estos insectos benéficos no se ha evaluado en la región. Al respecto, la colecta de huevecillos que se realizó en el presente estudio mostró un nulo parasitismo en la primera generación del GBN; sin embargo, es necesario determinar el parasitismo en las siguientes generaciones de la plaga. Nickels *et al.* (1950) en Texas señalan que el parasitismo natural es un factor importante para el control del GBN en huertas sin uso de plaguicidas, lo que se puede corroborar con los resultados obtenidos del presente trabajo donde es claro que las poblaciones de parasitoides se pueden establecer sin problema en nogaleras con manejo orgánico o biorracional. En Nuevo León, Garza (1970) señala que el mayor grado de parasitismo ocurre durante junio y julio, esto fue claro en el parasitismo de *A. nuxvorella* obteniendo los resultados más altos en estos meses. Guajardo (1966), en Nuevo León, determinó que en febrero, marzo y octubre las larvas de GBR sufren el mayor porcentaje de parasitismo, lo cual difiere un poco con el presente trabajo ya que en las nogaleras de la Comarca Lagunera las poblaciones que generan mayor daño de GBR empiezan a últimos de julio a septiembre, pero coincidimos en el mes de octubre donde se detectaron las poblaciones más altas de parasitoides. Zavala (1997) señala que estas plagas son atacadas por un gran número de parasitoides como lo demuestran estudios en diferentes regiones productoras y que los parasitoides generan un impacto significativo sobre las plagas, pero en muchas regiones nogaleras no se conocen las especies presentes ni su actividad. Los resultados obtenidos en el presente trabajo corroboran lo que menciona este autor al observar claramente los resultados obtenidos, en donde se aprecia el alto parasitismo sobre las larvas de los GBN y GBR en huertas con manejo orgánico, es claro que al usar insecticidas la fauna benéfica disminuye drásticamente.

CONCLUSIONES

El parasitismo natural por himenópteros fue alto para larvas y pupas de *C. caryana* al final del ciclo del nogal. No se encontró parasitismo de huevecillos de *A. nuxvorella* de la primera generación. El parasitismo de larvas y pupas de *A. nuxvorella* fue más alto para la primera generación. Las huertas de nogal con manejo orgánico son las que contribuyen al establecimiento del control biológico natural mediante parasitoides; mientras que las huertas que utilizan plaguicidas convencionales disminuyen las poblaciones de los mismos.

BIBLIOGRAFÍA

Garza M., U. J. 1970. Insectos parásitos del barrenador de la nuez, *Acrobasis caryae* (Grote), Lepidoptera-Phycitidae y otras palomillas del nogal en Nuevo León. Tesis de Licenciatura FCB-UANL.

González-Chávez, B. T., D. L. Ojeda-Barrios, O. A. Hernández-Rodríguez, J. Martínez-Téllez y A. Núñez-Barrios. 2009. Ectomicorrizas en nogal pecanero. Tecnociencia Chihuahua. 3:138-146.

Guajardo T., H. 1966. Insectos parásitos del gusano de la cascara de la nuez, *Laspeyresia caryana* (Fitch) en varias localidades de Nuevo León. Tesis de licenciatura. FCB-UANL.

El Siglo de Torreón. 2014. Resumen económico anual de la Comarca Lagunera. Edición especial. Torreón Coahuila. Jueves 1 de enero de 2015. p. 24.

Nava, C., U. y M. Ramírez D. 2001. Manejo integrado de plagas del nogal, pp. 77-90. Memoria de la XIII Semana Internacional de Agronomía. 5-7 de septiembre del 2001. FAZ-UJED. Gómez Palacio, Dgo.

Nava, C. U. y A. A. Fu C. 2007. Manejo del gusano barrenador de la nuez (GBN) y perspectivas del uso del control químico en nogal, pp. 70-85. En: Seminario de Nogal Pecanero 2007. Memoria Técnica No. 24. Campo Experimental Costa de Hermosillo, CIRNO, INIFAP. Hermosillo, Son.

Nickels, C.B., W.C. Pierce and C.C. Pinkney. 1950. Parasites of the pecan nut casebearer in Texas. USDA.Technical Bulletin 1011. 21 p.

Rojo T. F. y D. Cortés O. 1997. Gusano Barrenador del ruezno, pp.199-328. En: Rodríguez del Bosque L. A. y S. H. Tarango R. (eds.), Manejo Integrado de Plagas del Nogal. Campo Experimental Delicias-CIRNOC-INIFAP. Chihuahua, Chihuahua, México.

Zavala R., M.G. 1997. Parasitoides asociados a las plagas del nogal, pp. 245-328. En: Rodríguez del Bosque L. A. y S. H. Tarango R. (eds.), Manejo Integrado de Plagas del Nogal. Campo Experimental Delicias-CIRNOC-INIFAP. Chihuahua, Chihuahua, México.

DENSIDADES DE PARATRIOZA, *Bactericera cockerelli* (SULC), E INCIDENCIA DEL "PERMANENTE DEL TOMATE" EN DIFERENTES CONDICIONES DE PRODUCCIÓN DEL TOMATE

Ronald Jirón-Rojas[1], Florencio Jimenez-Diaz[1] , Urbano Nava-Camberos[2], Omar G. Alvarado-Gómez[3] y Verónica Ávila-Rodríguez[4]

[1]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna, Torreón-Coahuila. ronald.jiron@gmail.com. jidfmx@hayoo.com.mx. [2]Facultad de Agricultura y Zootecnia (FAZ), UJED, Ej. Venecia, Durango. nava_cu@hotmail.com. [3]Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Carr. Laredo Km. 3, General Escobedo, N. L. México.[4]Facultad de Ciencias Biológicas, UJED, Gómez Palacio Dgo.

INTRODUCCIÓN

La paratrioza, *Bactericera cockerelli* (Sulc), es un insecto plaga que en diferentes regiones de México y Centro América ha cobrado una elevada importancia económica, dañando cultivos hortícolas como fitófago por provocar desórdenes fisiológicos (daño directo), y como vector de enfermedades (daño indirecto). En México, la paratrioza tiene una amplia distribución que va desde Morelos, D.F., Tamaulipas, Michoacán, Nayarit, Jalisco, Baja California, Sinaloa, Durango y Coahuila. El "permanente del tomate" (PT), dentro de los daños indirectos generados por el psílido, es la enfermedad causada por la bacteria, *Candidatus Liberibacter solanacearum*, y un fitoplasma, considerada como la más importante en la República Mexicana ya que existen reportes de más de 30 mil hectáreas afectadas, un equivalente al 45% del área establecida anualmente con tomate a nivel nacional. A pesar de su rápido crecimiento y distribución en los últimos cinco años, así como su consecuente impacto negativo a nivel técnico-productivo y económico sobre la producción nacional y regional; no se tiene muy claro el mecanismo de comportamiento poblacional de paratrioza bajo sistemas de manejo de cultivos de tomate convencionales (Nava et al. 2010, Cortez-Mondaca 2011, Garzón 2013).

No obstante, dentro del sistema de agricultura protegida se han investigado y publicado algunos informes que reflejan el impacto de la incursión de paratrioza en infraestructuras productivas, tales como los invernaderos; en ellos se refleja que bajo condiciones de medio controlado no solo se promueve el desarrollo adecuado del cultivo, sino que se favorece la posibilidad de ataque de plagas y enfermedades. En invernaderos de Estados Unidos y Canadá se han reportado graves problemas

causados por paratrioza en cultivos de chile y tomate. Sin embargo, a pesar que las infraestructuras productivas (invernaderos y casas sombras) no están exentas al ataque de paratrioza, estos sistemas de manejo presentan ventajas en el control de vectores y enfermedades. En la Comarca Lagunera durante el 2003 se muestrearon seis predios de tomate para evaluar la densidad de psílidos y su relación con la incidencia de plantas enfermas por PT; se encontró que a densidades bajas del insecto (alrededor un adulto/trampa/semana) generaron altos porcentajes de plantas enfermas en un 30% (Nava et al., 2010). Trabajos más recientes muestran un comportamiento de agregación de paratrioza en sus diferentes estadios, afectando regiones específicas de las parcelas experimentales a cielo abierto (Ramirez-Davila et al. 2012).

La hipótesis de este trabajo es que los sistemas de manejo en casa sombra, son más efectivos en el control y manejo de paratrioza y el PT, en comparación con los sistemas a cielo abierto. El objetivo de este estudio fue determinar las densidades poblacionales de *Bactericera Cockerelli* (Sulc) y su relación con el PT dentro de los sistemas de producción del cultivo de tomate a cielo abierto y casa sombra.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio. El estudio se realizó durante ciclo agrícola P-V 2015 en los terrenos experimentales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (Unidad Laguna), en un área de 1,320 m^2.

Tratamientos evaluados. Se evaluaron cuatro tratamientos resultantes de la combinación de dos sistemas de producción y dos tipos de manejo de plagas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en el cultivo de tomate, UAAAN-UL, 2015.

Tratamiento No.	Sistema de producción	Manejo de plagas
1	Cielo Abierto (Cultivo expuesto al aire libre)	Sin Control (sin aplicación de insecticidas)
2	Cielo Abierto (Cultivo expuesto al aire libre)	Con Control (con aplicaciones de insecticidas orgánicos)
3	Casa Sombra (Cultivo protegido con malla sombra)	Sin Control (sin aplicación de insecticidas)
4	Casa Sombra (Cultivo protegido con malla sombra)	Con Control (con aplicaciones de insecticidas orgánicos)

Diseño experimental. El diseño experimental de campo utilizado fue el de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones para un total de 16 unidades experimentales. Cada unidad experimental estuvo compuesta por tres camas de plantas dispuestas a doble hilera. El tamaño de la unidad experimental fue de 8 m de largo por 2.40 m de ancho. La densidad poblacional fue de 40 plantas por parcela. Las evaluaciones de las distintas variables estudiadas se llevaron a cabo en la cama central (parcela útil).

Variables evaluadas. Se determinaron las densidades de adultos, ninfas y masas de huevecillos de paratrioza en los cuatro tratamientos establecidos en las 16 unidades experimentales; así mismo se estimaron los porcentajes de plantas enfermas con

síntomas del “permanente del tomate” (PT). Los muestreos de cada variable se realizaron semanalmente, registrando la cantidad de insectos y de plantas con síntomas del PT, en una muestra de diez plantas por parcela útil. Para el conteo de insectos se inspeccionó una hoja por planta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Densidades de adultos de paratrioza. Las densidades de adultos de paratrioza por hoja fueron variables entre tratamientos a cielo abierto y casa sombra, así mismo entre fechas de muestreo. En los tratamientos de cielo abierto sin control y cielo abierto con control, entre las fechas del 20 de abril y 20 de mayo, el promedio de adultos/hoja se mantuvo entre 0.4-0.6 respectivamente; en cambio en el periodo del 20 de mayo al 05 de junio, en el tratamiento cielo abierto sin control el promedio fue de 0.9 adultos/hoja, atribuyéndose este hecho a la aparición de nuevos individuos provenientes de los estados inmaduros del ciclo biológico del insecto, así como la ausencia de medidas de control fitosanitarias. En el periodo comprendido entre el 11 de junio al 24 de junio se presentó la mayor densidad de adultos en ambos tratamientos (cielo abierto sin control y cielo abierto con control) con 1.2 adultos/hoja, debido al rápido incremento de la plaga. En los tratamientos bajo casa sombra las poblaciones fueron generalmente bajas y no existieron diferencias significativas en cuanto a las densidades de paratrioza, debido a la ventaja conferida por la estructura protectora (Figura 1).

Densidades de ninfas de paratrioza. Al igual que en el caso de los adultos, las densidades de ninfas por hoja fueron más elevadas en los tratamientos a cielo abierto. Entre el 5 y 17 de junio, el promedio fue entre 0.8-0.9 ninfas/por hoja, siendo este el mayor promedio alcanzado durante todo el periodo de estudio, seguido de 0.5-0.7 ninfas/hoja entre el 1 y 8 de julio. En ambos casos este comportamiento, al igual que en los adultos, se justifica por su rápido desarrollo dentro del ciclo biológico del insecto el que pasa por cinco estados ninfles en un promedio de 15 días (CESV, 2012). En los tratamientos bajo condiciones de casa sombra, la densidad de la plaga no superó las 0.1 ninfas/hoja durante el periodo de evaluación. Lo anterior se debe a la escasa a nula

incursión del adulto en las parcelas protegidas con malla sombra, aunado a las prácticas de manejo del cultivo (como la poda), y aplicaciones de productos insecticidas (orgánicos e inorgánicos) (Figura 2).

Densidades de masas de huevecillos de paratrioza. Los resultados encontrados en este estado biológico del psílido coinciden, en cuanto a fechas y tratamientos, con los descritos anteriormente en adultos y ninfas. En los tratamientos de cielo abierto sin control y cielo abierto con control se presentaron tres momentos claves donde se manifestaron las mayores densidades poblacionales de huevecillos, entre el 6 y 14 de mayo, 29 de mayo y 11 de junio y del 24 de junio y 1 de julio, con promedios entre 0.7 y 0.9 masas de huevecillos/hoja. En los tratamientos baja casa sombra la densidad del insecto no superó las 0.1 masas de huevecillos/hoja en el periodo de estudio, debido principalmente a la baja incursión del adulto en la infraestructura, el control químico y manejo cultural de las plantas (poda) (Figura 3).

Porcentaje de plantas enfermas con permanente del tomate (PT). El número de plantas enfermas encontradas tuvo un incremento progresivo en la medida que las densidades de huevecillos, ninfas y adultos de paratrioza aumentaban, principalmente en los tratamientos bajo condiciones de producción del cultivo a cielo abierto. Entre el 01-15 de julio, los porcentajes de plantas enfermas con síntomas del PT fueron 38.12% y 29.37% para cielo abierto sin control y cielo abierto con control, respectivamente. En los tratamientos bajo casas sombras el porcentaje de plantas enfermas no superó el 3.5%, una vez más debido a la protección brindada por la malla, así como el manejo cultural y las aplicaciones de productos orgánicos (Figura 4). Se encontró una relación estrecha entre las densidades de paratrioza y el grado de incidencia del PT, de tal manera que al incrementarse el promedio de adultos por hoja durante el ciclo del cultivo, se incrementó el porcentaje de plantas de tomate con síntomas de PT. Al respecto, densidades promedio de 0.5 adultos por hoja causaron 32.5% de plantas de tomate enfermas por PT.

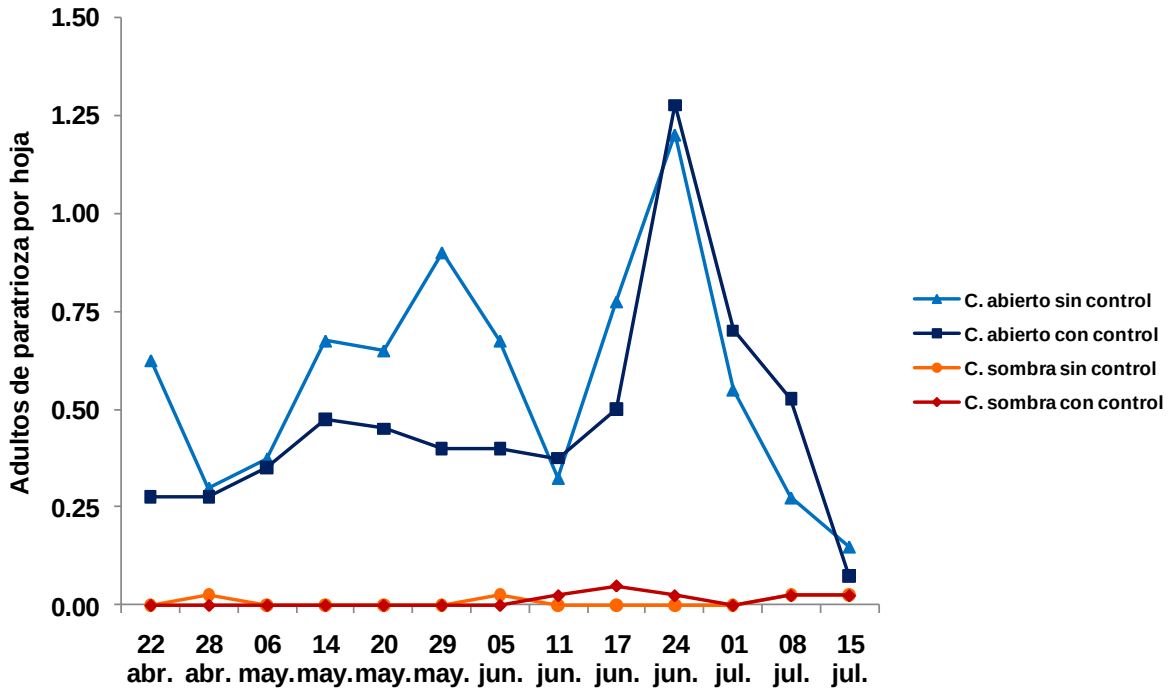


Figura 1. Densidades de adultos de paratrioza en diferentes condiciones de manejo del tomate, UAAAN-UL, 2015.

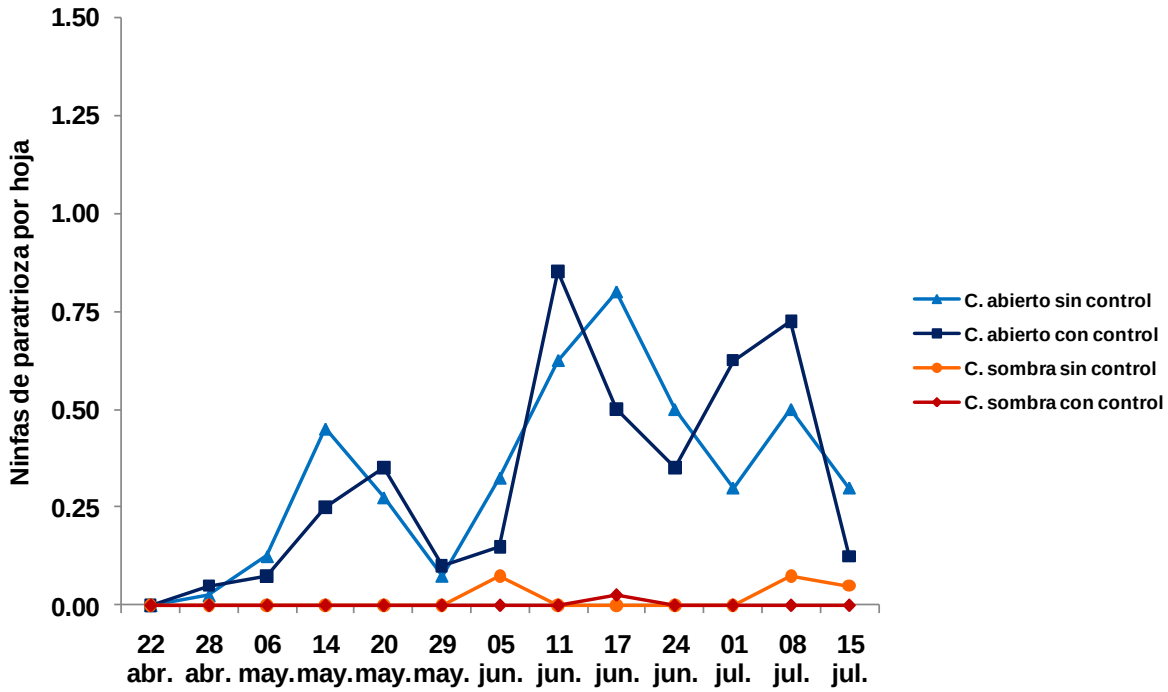


Figura 2. Densidades de ninfas de paratrioza en diferentes condiciones de manejo del tomate, UAAAN-UL, 2015.

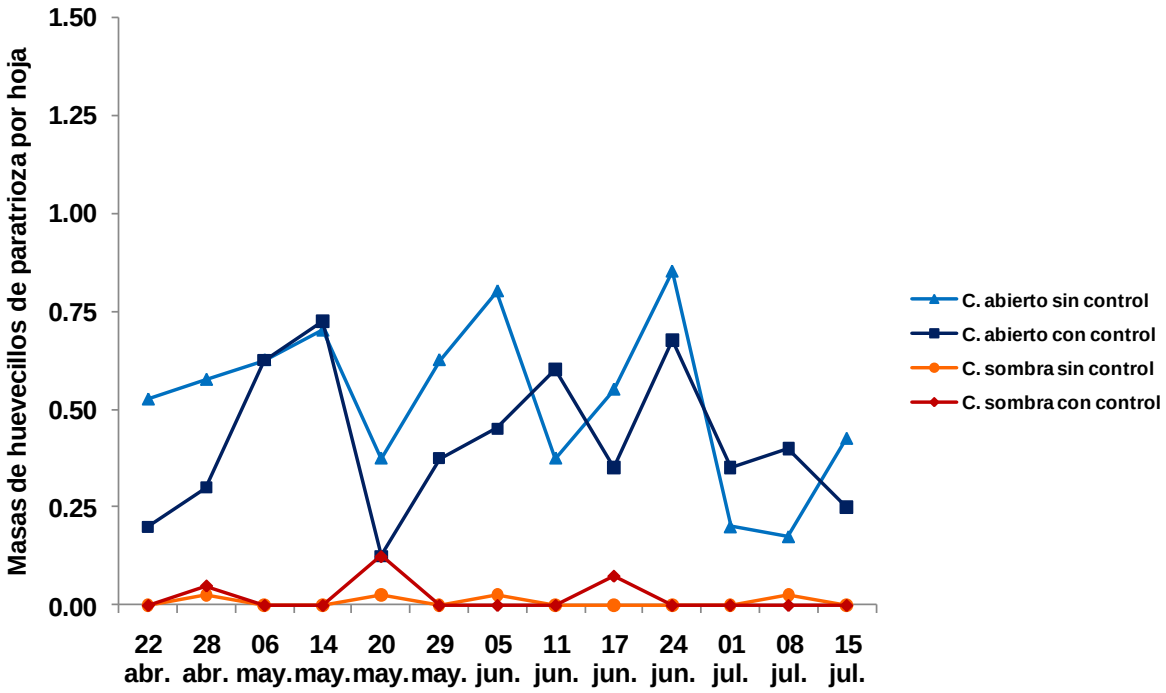


Figura 3. Densidades de masas de huevecillos de paratrioza en diferentes condiciones de manejo del tomate, UAAAN-UL, 2015.

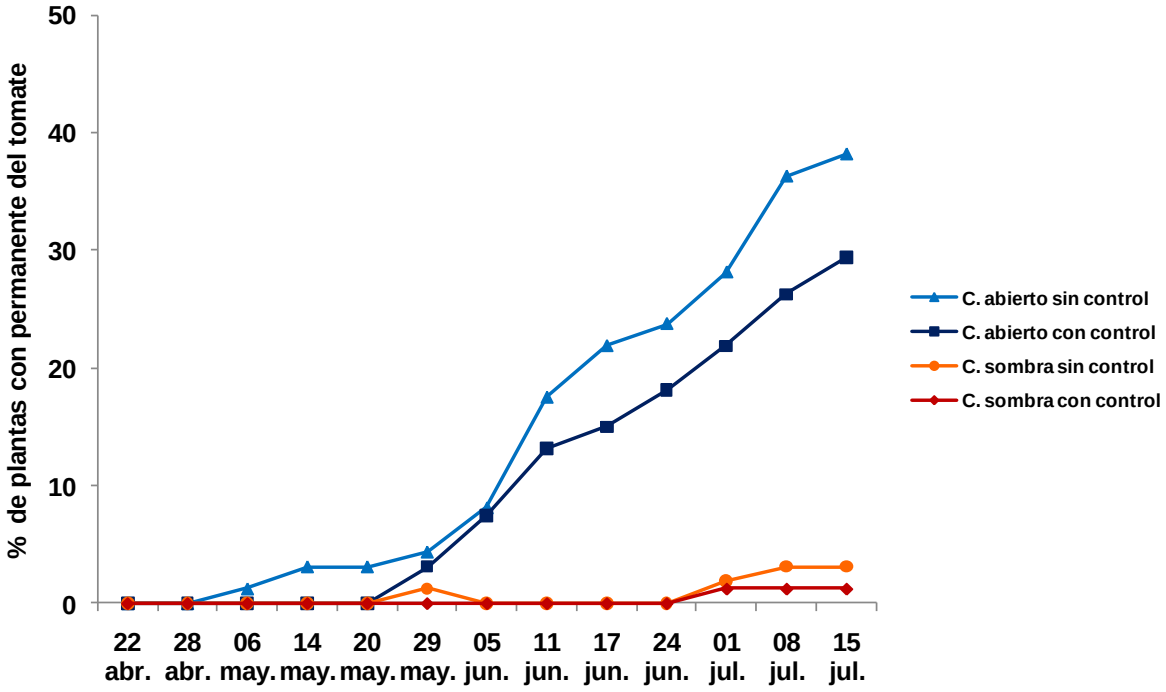


Figura 4. Porcentaje de plantas con síntomas de permanente del tomate en diferentes condiciones de manejo del tomate, UAAAN-UL, 2015.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos se concluye que: 1) las densidades de adultos, ninfas y masas de huevecillos de paratrioza; así como los porcentajes de plantas con PT fueron más altos en los tratamientos a cielo abierto (con y sin control químico) que los de casa sombra, 2) por lo anterior, los tratamientos en casa sombra fueron más efectivos para el manejo de la plaga dado que presentan una barrera física que dificulta el ingreso del psílido al interior de la parcela, a su vez brinda óptimas condiciones para un manejo eficaz del cultivo a través de labores culturales y aplicaciones eficientes de insecticidas y 3) se observó una relación estrecha entre las densidades del insecto vector y la incidencia del PT en el tomate.

AGRADECIMIENTOS

A los colegas Carlos Sarsoza Vega (estudiante de maestría en la FAZ-UJED) y Gadiel Pérez Rodríguez (estudiante de licenciatura en la UAAAN-UL), por colaboración en este proyecto de investigación. Al Dr. Vicente De Paúl (Coordinador del departamento de Riego de la UAAAN-UL), por su colaboración y facilidades otorgadas para el desarrollo de esta investigación.

BIBLIOGRAFÍA

Cortez-Mondaca, E. 2011. Capacitación en manejo y control de Zebra Chip (Candidatus Liberibacter solanacearum) y su vector el psílido de la papa. Ministerio Agropecuario y Forestal. Estelí, Nicaragua. http://martinurbinac.files.wordpress.com/2011/08/paratrioza-nicaragua.pdf.

Garzón T., A. 2013. Enfermedades (por virus y organismos tipo bacteria) del chile y tomate en México. Bayer de México, S. A. de C. V. México, D. F. 49 p.

Nava C., U., H. Galván S. y V. Ávila R. 2010. Manejo integrado de plagas y enfermedades del tomate, pp. 10-60. In: Benavides-Mendoza, A., V. Robledo-Torres, H. Ramírez y A. Sandoval-Rangel (compiladores), Sexto Simposio Nacional de Horticultura, Producción de Tomate en el Norte de México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila.

Ramírez-Davila et al. 2012. Spatial behavior comparison of *Bactericera Cockerelli* Sulc (Hemíptera Triozidae) in México. Laboratorio de Investigaciones Entomológicas y Tecnologías en Agricultura de Precisión. Facultad de Ciencias Agrícolas. Neotropical Entomology 41: 9-16.

BIOLOGIA, DAÑOS Y NIVELES DE INFESTACIÓN DEL SALIVAZO, *Clastoptera achatina* GERMAR (HEMIPTERA: CLASTOPTERIDAE), EN HUERTAS DE NOGAL DE LA COMARCA LAGUNERA

Selenne Saraí Favela-Carrillo[1], Yescica Manuela Soto-Briceño[1], Urbano Nava-Camberos[1], Verónica Ávila-Rodríguez[2] y José Luis García-Hernandez[1]

[1]Facultad de Agricultura y Zootecnia (FAZ), UJED, Ej. Venecia, Durango.
[2]Facultad de Ciencias Biológicas, UJED, Gómez Palacio, Dgo.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la nuez pecanera en México es una actividad en amplio crecimiento, sobre todo en estados del norte, debido a la amplia adaptación climática y edafológica; así como por las condiciones de mercado y atractiva rentabilidad que presenta, al canalizarse a Estados Unidos de América (Orona-Castillo *et al*., 2013). Desafortunadamente el cultivo de nogal pecanero es atacado por un amplio rango de enfermedades e insectos plaga que causan pérdidas substanciales de la producción de nuez. El norte de Coahuila (Zaragoza-Allende) y La Laguna son las regiones con mayor problemática de plagas en nogal pecanero (Aguilar, 2007). Entre las principales plagas se encuentran el gusano barrenador del ruezno, *Cydia caryana*, el gusano barrenador de la nuez, *Acrobasis nuxvorella*, el barrenador ambrosial de la madera, *Euplatypus segnis,* un complejo de pulgones entre los que destacan el pulgón amarillo, *Monelliopsis pecanis*, pulgón amarillo de márgenes negros, *Monellia caryella,* pulgón negro, *Melanocallis caryaefoliae*, y pulgón gigante, *Longistigma caryae*, un complejo de chinches, *Leptoglossus zonatus* (Dallas), *Acanthocephala femorata* (Fabricius), *Chlorochroa ligata* Say, *Nezara viridula* (L.) y *Euchistus servus* (Say), y el salivazo, *Clastoptera achatina*) (Aguilar, 2007; Flores *et al.* 2014). El salivazo se considera una plaga secundaria en las publicaciones del USDA sobre las plagas del nogal pecanero (Tedders, 1995). Las ninfas y adultos del salivazo se alimentan de los brotes vegetativos en crecimiento y de brotes fructíferos causando la caída de nueces y su muerte (Hall *et al.,* 2009). Durante los ciclos agrícolas P-V 2014 y 2015 las poblaciones y daños por el salivazo se han incrementado considerablemente en las huertas de nogal de la Comarca Lagunera, propiciando la realización de aplicaciones de insecticidas para su control (hasta tres aplicaciones en algunas huertas) y un incremento en los costos de producción de la nuez (Ávila-Rodríguez *et al.,* 2014).

Por lo anterior, los objetivos del presente estudio fueron determinar el desarrollo, sobrevivencia, daños y niveles de infestación del salivazo del nogal en la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en huertas de nogal de la Comarca Lagunera, durante el ciclo agrícola P-V 2015. Para determinar el desarrollo y la sobrevivencia del insecto, se realizaron muestreos en las huertas FAZ-UJED y Hormiguero donde se marcaron al menos 30 salivazos con ninfas pequeñas (primer instar) (Figura 2) de las generaciones invernante (FAZ-UJED) y primera (Hormiguero). Los insectos se observaron dos veces por semana para registrar su etapa biológica y períodos de desarrollo. La evaluación de daños de la plaga se realizó en la huerta Hormiguero. En árboles seleccionados al azar se marcaron 50 brotes fructíferos infestados por salivazo en primer instar y 50 brotes no infestados (testigos) de las variedades Wichita y Western. Se realizaron muestreos cada 15 días para contabilizar el número total de nueces por racimo infestado y no infestado de ambas variedades y se midió la longitud de cada una de las nueces. Para complementar el estudio se tomaron fotografías del insecto en estado ninfal y adulto; así como de los daños ocasionados en brotes fructíferos de nogal. Para determinar la fluctuación de los niveles de infestación de la plaga se realizaron conteos de la presencia de salivazos por brote fructífero del nogal en las huertas FAZ-UJED (0 aplicaciones), Las Mercedes (0 aplicaciones), Hormiguero (1 aplicación) y La Cántabra (2 aplicaciones). Se muestrearon diez árboles, tomados al azar y en cada uno se inspeccionaron 10 brotes fructíferos para cuantificar el número de brotes infestados. Los muestreos se realizaron una o dos veces por semana en las huertas bajo estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Períodos de desarrollo de ninfas. El primer instar ninfal de la generación invernante mostró un período de desarrollo (6.5 dias) más largo que el de la la primera generación (4.0 dias), sin embargo lo contrario se observó para el resto de los instares. Por lo que el total de días que tomó el desarrollo ninfal del insecto en el caso de la primera generación fue de 31.9 días; mientras que para la generación invernante fue de 27.1 días (Cuadro 1, Figura 1). Tedders (1995) reporta que el insecto presenta una generación invernante y dos generaciones más durante el ciclo del cultivo. Este autor también menciona que los períodos de desarrollo de huevecillo, ninfa y huevo-adulto del salivazo son 18.9, 29.9 y 48.0 días, respectivamente; mientras que la longevidad de los adultos machos y hembras es de 10.4 y 8.7 días, respectivamente.

Sobrevivencia de ninfas. Las ninfas del salivazo de la generación invernante presentaron menor sobrevivencia (46.9%) que las de la primera generación (97.3%). Por lo anterior, se pudo observar que casi la totalidad de los insectos de la primera generación alcanzaron la etapa

adulta. Es importante resaltar que el primero y segundo instares presentaron menor sobrevivencia que los demás instares (Cuadro 1), lo que refleja cierto grado de vulnerabilidad del insecto en ambas etapas de desarrollo, luego se observa una mayor sobrevivencia a partir del tercer instar, lo que indica que llegando a esta etapa es casi segura la sobrevivencia del insecto para alcanzar la etapa adulta.

Cuadro 1. Períodos de desarrollo y sobrevivencia de ninfas de salivazo del nogal.

Generación	Instares ninfales					Total
	1	2	3	4	5	
			Períodos de desarrollo (días)			
Invernante	6.5	5.8	6.2	5.0	4.7	27.1
Primera	4.0	6.4	8.2	6.8	6.6	31.9
			Sobrevivencia (%)			
Invernante	68.8	71.7	93.9	94.1	100.0	46.9
Primera	100.0	100.0	97.3	100.0	100.0	97.3

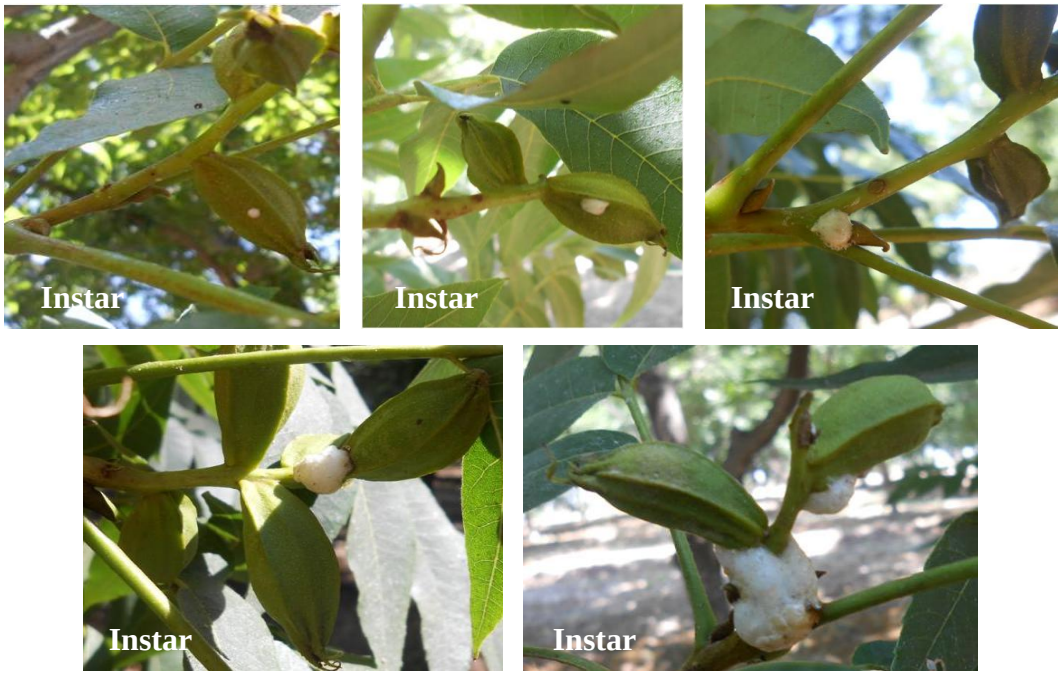


Figura 1. Tamaño de la masa “salival” en los diferentes ínstares ninfales del salivazo del nogal.

Daños. Con base en los resultados de los muestreos en las variedades Western y Wichita el daño de Salivazo se manifiesta a partir del cuarto y quinto muestreo cuando la generación está a punto de terminar pero antes de la emergencia de adultos. Los racimos no infestados (testigos) de la variedad Western tuvieron 9.87% de caída de nueces; mientras que los racimos infestados tuvieron 13.16% de caída de nueces. En la variedad Wichita, los racimos no infestados tuvieron una caída de nueces del 9.76%; mientras que los racimos no infestadas presentaron un 7.97% de caída. Por lo tanto, no se observó un efecto significativo de la infestación del salivazo en el número y caída de nueces en ambas variedades de nogal (Cuadro 2). En relación al efecto de las infestaciones del salivazo en el tamaño de las nueces, en el presente estudio se encontró que la variedad que mostró la mayor reducción en tamaño de la nuez fue Western (6.53%); mientras que en la variedad Wichita la reducción fue ligera (1.52%) (Cuadro 3, Figura 2). Tedders (1995) señala que las ninfas se alimentan del xilema de los brotes y altas poblaciones (arriba del 15% de brotes fructíferos infestados) pueden causar necrosis del sistema vascular y muerte de brotes, caída prematura de nueces, y reducir el tamaño y calidad de las nueces.

Cuadro 2. Efecto de la infestación del salivazo en el número y caída de nueces.

Variedad	Tipo de racimos	Número de nueces	Abscisiones	Retención de nueces (%)	Caída de nueces (%)
Western	No infestados	2.80	0.31	90.13	9.87
	Infestados	3.37	0.51	86.84	13.16
Wichita	No infestados	3.17	0.34	90.24	9.76
	Infestados	3.63	0.31	92.03	7.97

Cuadro 3. Efecto de la infestación del salivazo en el tamaño de las nueces.

Variedad	Tipo de racimos	Longitud de la nuez (cm)	Reducción del tamaño (cm)	Reducción del tamaño (%)
Western	No infestadas	5.21	0.34	6.53
	Infestadas	4.87		
Wichita	No infestadas	5.93	0.09	1.52
	Infestadas	5.84		

Figura 2. Daños por infestación de salivazo en nueces, pedúnculo y yemas de los brotes fructíferos del nogal.

Niveles de infestación. Durante la segunda semana de marzo del 2015 se registró la presencia de las primeras masas ninfales en brotes del nogal correspondientes a la generación invernante, las cuales se incrementaron en la primera semana de abril, cesando la presencia hasta el 1 de mayo. Las ninfas de la primera generación aparecieron del 1 al 15 de junio, registrándose un incremento poblacional el 15 de julio. Conforme tienen lugar las generaciones del salivazo (invernante y primera) los niveles de infestación varían considerablemente. Sin embargo, es evidente el aumento de la población entre generaciones, ya que la generación invernante registró un máximo de 11% de brotes infestados y la primera generación presentó un máximo de 25% de infestación (Figura 3). Los niveles de infestación del salivazo variaron considerablemente entre localidades (Cuadro 4), lo cual se debió principalmente al manejo de insecticidas; un comportamiento similar fue observado durante el ciclo agrícola P-V 2014 en la Comarca Lagunera (Ávila-Rodríguez et al. 2014). Tedders (1995) reportó que las primeras ninfas y adultos de las generaciones invernante, primera y segunda ocurrieron el 25 de marzo y 3 de mayo, 15 y 23 de junio, y 29 de julio y 10 de agosto, respectivamente, en Georgia, E. U. También indica que la primera generación fue la más abundante en la mayoría de los años.

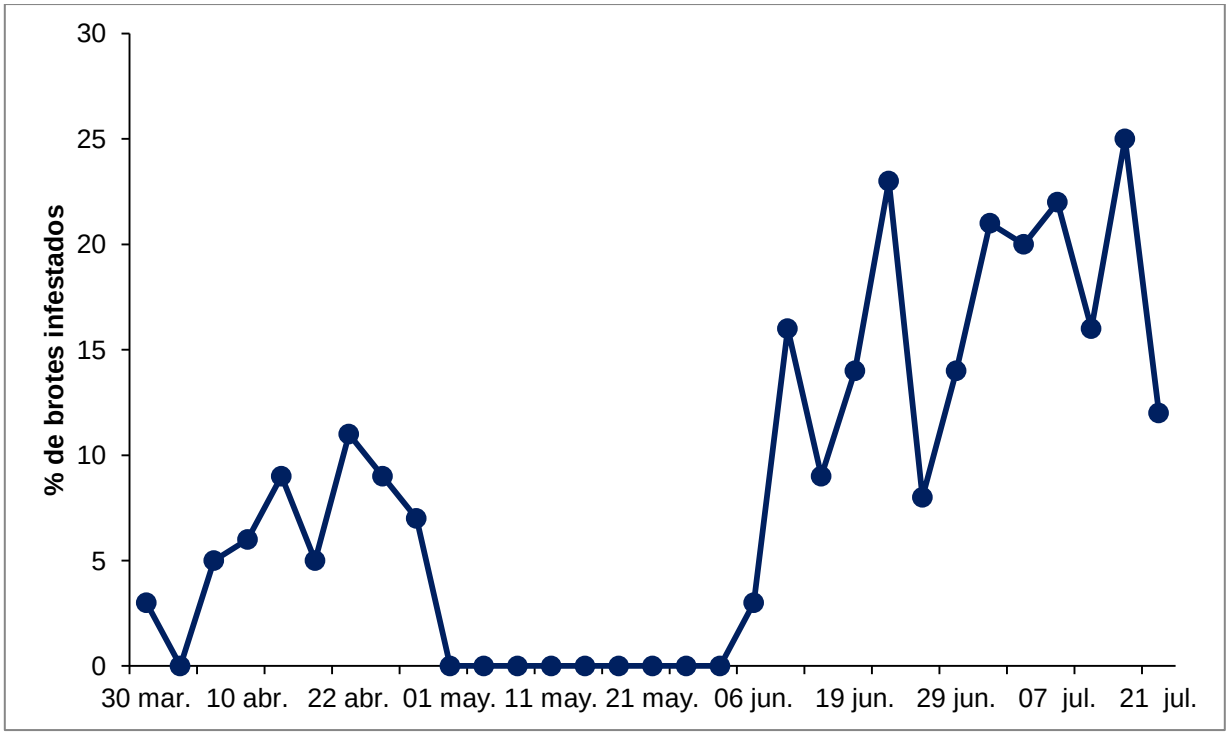


Figura 3. Niveles de infestación del salivazo en la huerta FAZ-UJED sin aplicación de insecticidas, durante el 2015.

Cuadro 4. Porcentajes de brotes fructíferos infestados por salivazo en diferentes huertas de nogal de la Comarca Lagunera, ciclo agrícola P-V 2015.

Fecha de muestreo	FAZ-UJED	Hormiguero	Mercedes	Cántabra
16-31 mar.	3.0	---[1]	---	---
1-15 abr.	4.5	---	---	47.0
16-30 abr.	8.0	4.0	---	0
1-15 may.	0	---	0	0
16-31 may.	0	---	0	0
1-15 jun.	8.0	18.2	1.0	0
16-30 jun.	16.0	31.3	0.5	0
1-15 jul.	20.5	13.0	1.0	0
16-31 jul.	12.0	0	2.0	0

[1]En esta fecha no se realizó muestreo.

CONCLUSIONES

El periodo de desarrollo de las ninfas de salivazo del nogal de la primera generación fue ligeramente mayor que el de las ninfas de la generación invernante. La sobrevivencia de ninfas de la primera generación fue mayor que la de las ninfas de la generación invernante. Las infestaciones de salivazo en brotes fructíferos tuvieron poco efecto en el número y caída de nueces de las variedades Western y Wichita, pero el tamaño de las nueces si se redujo en la variedad Western. La primera generación del salivazo causó un mayor nivel de infestación de los brotes fructíferos del nogal que la generación invernante. Los niveles de infestación del salivazo variaron considerablemente entre localidades, lo cual se debió principalmente al manejo de insecticidas

BIBLIOGRAFIA

Aguilar P., H. 2007. Principales plagas del nogal en el estado de Coahuila. Publicación especial No. 14. SEZAR, CIRNE, INIFAP. Zaragoza, Coah. 35 p.

Ávila-Rodríguez, V., U. Nava-Camberos y E. Morales-Olais. 2014. Niveles de infestación del salivazo, *Clastoptera achatina* Germar (Hemiptera: Clastopteridae), en huertas de nogal de la Comarca Lagunera, pp. 1066-1071. Memoria de la XXVI Semana Internacional de Agronomía, FAZ-UJED. Gómez Palacio, Dgo. 10-12 de septiembre del 2014.

Flores G., H., S. Santana E., M. Ramírez D. y U. Nava C. 2014. Control biológico en plagas del nogal pecanero. Desplegable para Productores Núm. 54. Campo Experimental Valle del Guadiana, CIRNOC, INIFAP. Durango, Dgo.

Hall, M. J., D. K. Ring y D. K. Pollet. 2009. Pecan spittlebug. Pub. 1886. Louisiana State University Agricultural Center. 2 p. www.lsuagcenter.com.

Orona C., I., J. J. Espinoza A., G. González C., B. Murillo A., J. L. García H. y J. Santamaría C. 2007. Aspectos técnicos y socioeconómicos de la producción de nuez (*Carya illinoensis*) en la Comarca Lagunera. Revista Mexicana de Agronegocios 11: 229-307.

Tedders, W. L. 1995. Identity of spittlebug on pecan and life history of *Clastoptera achatina* (Homoptera: Cercopidae). J. Econ. Entomol. 88: 1641-1649.

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL MAL DEL ORO (*Alternaria sp)* EN NOPAL VERDURA (*Opuntia ficus-indica* Berg) EN MILPA ALTA D.F.

Ana Victoria Barrios Reyna[1], Paola López Cedillo[1], Guillermo Erik Membrila Lorenzo[1], Edgar Obed Mejía Yáñez[1], Gabriela Silvestre Gómez[1], Susana Elizabeth Ramírez Sánchez[1]

[1]Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. elyrasjoalney@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El nopal (*Opuntia ficus-indica*) es una planta perene, de la familia de las Cactáceas, debido a su gran variabilidad genética, tiene una notable capacidad de adaptación a los ambientes hostiles y favorables (Tarmer et al., 2003). Especialmente en México el nopal crece de forma natural y se distribuye con mayor abundancia en las zonas de Milpa Alta y Tlalnepantla. Estas zonas son las principales productoras de nopal verdura, producen cerca del 85% de la producción nacional (Olvera y Flores, 1993), en una superficie de 4,057 hectáreas, con un volumen de producción de 262,205 toneladas por año, con un rendimiento de 65 toneladas por hectárea (INEGI, 1995a.; Canabal, 1997)

Un factor fundamental que incide en el desarrollo de esta cactácea lo constituyen las enfermedades, específicamente “mal del oro” *que por estudios anteriores se dice que Alternaria sp*. es el agente causal. Es una enfermedad que no ha sido estudiada detalladamente y por lo tanto, el patógeno que afecta directamente al cultivo de nopal verdura no ha sido clasificado a nivel especie, esta enfermedad se caracteriza por realizar cambios de coloración de las pencas, de verde a amarillo oro.

Existen hongos que obtienen su nutrición a partir de insectos u otros organismos vivos, éstos, son conocidos como entomopatógenos (Velez, 2000). Un claro ejemplo es la especie *Beauveria bassiana,* conocido como un hongo entomopatógeno, con distribución mundial, perteneciente a la división ascomicetes del orden hipocreales, de la familia Clavicipitaceae (Sung *et al*., 2007). En los últimos años, se ha presentado evidencia que indica que *B. bassiana* tiene potencial como organismo endófito o de control microbiano de doble propósito, contra insectos plaga y patógenos de plantas inhibiendo el crecimiento micelial causando lisis celular (Renwick *et al*., 1992) con base a lo anterior el objetivo de esta investigación fue probar *B. bassiana in vivo* e *in vitro* como posible control biológico de *Alternaría sp*. en el cultivo de nopal verdura (*Opuntia ficus-indica*).

MATERIALES Y MÉTODOS

El sitio donde se llevó a cabo la presente investigación fue en un predio de 2500 m^2 perteneciente al productor Luis Alberto Sánchez Mesa, en el Barrio San Francisco Tecoxpa, ubicado en la delegación Milpa Alta, entre las coordenadas 19° 12' 15'' latitud norte y 99° 00' 11'' longitud oeste. El clima, de acuerdo con la clasificación climática de Koppen, modificada por García (1988) es Cw, la temperatura media anual es de 14.4°C y la precipitación anual de 878.9 mm.

El presente trabajo se desarrolló en 6 fases. Las cuales se describen de la siguiente manera:

Fase 1 Campo: COLECTA DE MATERIAL VEGETAL. Mediante un muestreo dirigido, se recolectaron 10 muestras de nopal que cumplieran con los signos típicos de *Alternaría sp.* y se guardaron en bolsas cerradas separadas para evitar la entrada de más patógenos y se procedió a identificar la presencia de *Alternaria sp.* en dichos cladodios en el laboratorio de fitopatología de Universidad Autónoma Metropolitana unidad Xochimilco.

Fase 2 Laboratorio: REALIZAR PRUEBAS DE VIABILIDAD CON EL PRODUCTO BB-QUIM Y CON LA CEPA 11 de *B. bassiana*. Esta fase consta de hacer 10 siembras directas del producto BB-quim y 10 siembras directas de la cepa 11 de *B.bassiana* en agar PDA, para observar el crecimiento adecuado de ambas cepas.

Fase 3 Laboratorio: CULTIVO E IDENTIFICACIÓN DE *Alternaria sp.* Se tomó una muestra del cultivo infectado y se realizaron cortes de aproximadamente 1 cm^3, de esta misma muestra se seleccionó un área que cumpliera con partes sanas y partes con características sintomatológicas de *Alternaria sp.* de aproximadamente 1$cm^{2.}$ Se colocaron las muestras obtenidas en un vaso de precipitado y se le agregó hipoclorito de sodio 4% al grado de que cubriera la muestra durante 60 segundos, después se agregó alcohol y después agua esterilizada durante 60 segundos en ambos casos. A continuación se colocaron los ejemplares de material vegetal resultantes, en el Agar Papa Dextrosa (PDA) y se incubaron durante 48 horas.

Después de anterior procedimiento se identificó la presencia de hongos fitopatógenos en el microscopio con los siguientes pasos: Se usaron de 1 a 2 mecheros a una distancia de 40 cm cada uno, y se trabajó en medio de ambos para evitar que las muestras se contaminaran. Se colocó una gota de lactofenol en un portaobjetos y con 1 pedazo de diurex se tomó micelio para ponerlo en la misma, se colocó el portaobjetos en el microscopio y se procedió a observar las

estructuras de hongos y así mismo poder identificarlos (identificar micelio, hifas, septos, cuerpos fructíferos, etc.) por medio de claves taxonómicas.

Una vez que se identificó el hongo *Alternaría sp.,* se realizaron 10 resiembras en forma de estría en la mitad de la caja petri, con el fin de obtener colonias puras del agente causal y fueron incubadas durante 48 horas.

Fase 4 Laboratorio: ENFRENTAR CEPAS DE *Beauveria bassiana* CON CEPAS CULTIVADAS *IN VITRO* DE *Alternaria sp.* El enfrentamiento de *Alternaria sp*, con *B. bassiana* se hizo en distintas etapas de desarrollo de *Alternaria sp.,* para determinar cuál es el estadio, o en que lapso de tiempo es más susceptible a *B. bassiana*, y como es que el agente causal de mal de oro se comporta ante el hongo entomopatógeno.

Fase 5 Laboratorio: APLICAR *Beauveria bassiana IN VITRO* CON CULTIVO DE NOPAL *IN VIVO*. De manera simultánea se sembraron 10 inóculos de nopal con sintomatología de *Alternaria sp. y* se agregó producto BB-quim para observar cuales eran los efectos que tiene *Alternaria sp. in vivo,* con la presencia de *B. bassiana* a nivel *in vitro.*

Fase 6 Campo: APLICACIÓN

El diseño experimental propuesto fue en bloques al azar, distribuidos en surcos, cada tratamiento abarcara 2 hileras con un promedio de 35 plantas de nopal

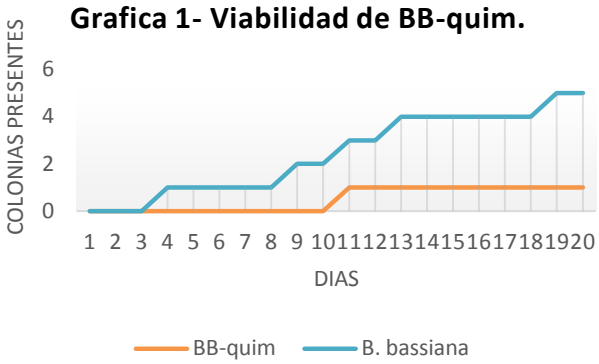
Las variables a evaluar para el diseño en campo fueron: La mancha dorada presente en los cladodios, y el avance en el crecimiento de la misma en la plantación de nopal.

La aplicación de BB- quim se efectuó 1 vez por semana durante tres semanas, por las tardes, a dos diferentes concentraciones, tratamiento 1= testigo, tratamiento 2=dosis baja 50 cc/ 20 L, tratamiento 3 dosis alta 100cc/20 L. Para saber si hay diferencias significativas en cada aplicación, se usó realizó un análisis de anova y prueba de Tukey con el programa JMP.

Por otro lado se realizó un muestreo al azar dirigido, el cual consistió en seleccionar aquellos nopales de la nueva plantación que tengan incidencia de la enfermedad, y mediante escalas, que van del 0 al 100% medir el grado de severidad por estrato y una vez que se haya terminado de hacer las aplicaciones a nivel campo del producto BB-quim, se midió si la incidencia y la severidad de la enfermedad incremento o se mantuvo en los rango establecidos, para lograr esto, se tomaran fotografías que permitan saber las medidas de las manchas.

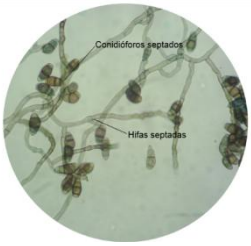
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pruebas de viabilidad

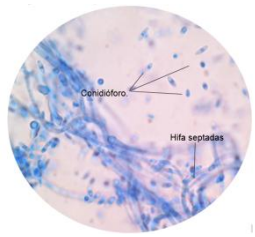


Después de haber analizado las 20 muestras, se observó que el producto BB-quim sembrado en medio PDA a diferentes concentraciones (2 ml y 5 ml disueltos en un litro de agua), empezó a desarrollarse hasta el 11 día a comparación de la cepa 11 de *B. bassiana* (donada por la UAM-X.) que empezó a desarrollarse en un lapso de 96 horas y se mantuvo con el mismo tamaño hasta el día 20, como se muestra en la (Gráfica 1).

Identificación de *Alternaria sp. y Beauveria bassiana.*



Morfología microscópica de *Alternaria sp*. 40x.
Fig.1. Hifas septadas dematiáceas, conidios color café con septos transversales ligeramente redondas de un extremo y estrechas del otro, generalmente hay de 3 a más conidióforos en una hifa terminal.



Morfología microscópica *de Beauveria bassiana*. 40x
Fig.2. Hifas septadas que contienen los conidióforos, los conidios son generalmente de color blanco-grisáceo, dispuestos en racimos donde generalmente se agrupan 8 conidióforos, de forma ovoidal o de forma irregular.

Enfrentamiento de *B. bassiana* con *Alternaría* sp. (*in vitro* ambas cepas)	**Enfrentamiento de *B. bassianain vitro* con muestra de nopal infectado *in vivo*.**

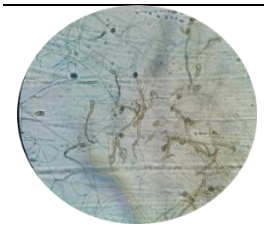


Fig.3. Cuerpos fructíferos y micelio de Alternaria sp con micelio y cuerpos fructíferos de *B.bassiana* sin interacción.

Fig.7. Enfrentamiento de *B.bassiana* in vitro con muestra de nopal *In vivo*. Presencia abundante de Hongo control.

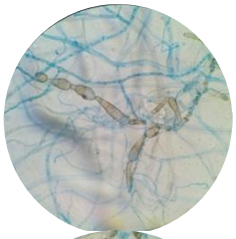


Fig. 4. Cuerpos fructíferos de *Alternaria* sp., con textura granulada micelio en fragmentos.

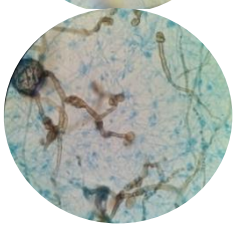


Fig.5. Cuerpos fructíferos con apariencia deforme y con menos abundancia.

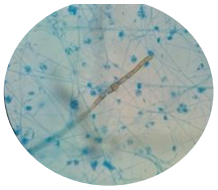


Fig.6. Inhibición de crecimiento, hifas entrecortadas de Alternaria sp.

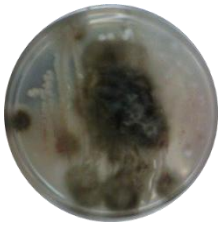


Fig.8. Enfrentamiento de *B. bassiana* in vitro con muestra de nopal In vivo. Presencia abundante de Hongo fitopatógeno.

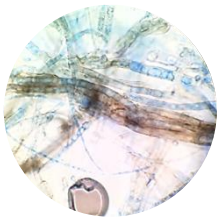


Fig. 9 Hifas de color azul- *B. bassiana* ejerciendo la interacción de micoparasitismo a las hifas de color café- *Alternaria sp.*

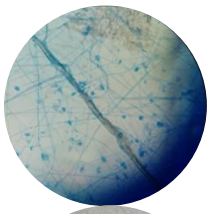


Fig 10. Hifas de *B. bassiana* enrrolladas en una hifa terminal de *Alternaria sp.*

Fig 11. Hifas de *Alernaria sp.* penetradas por hifas de *B. bassiana.*

Enfrentamiento de *B. bassiana* con *Alternaria* sp. (*in vitro* ambas cepas)

En la primer observación se obtuvo presencia de micelio, cuerpos fructíferos y esporas de *Alternaria* sp. y *B. bassiana* sin ninguna interacción entre ellas (fig. 3).

En la segunda observación del enfrentamiento de dichos hongos hubo interacción entre ambos hongos, los cuerpos fructíferos desarrollados de *Alternaria* sp., aparentan una textura granulada. El micelio del hongo patógeno está presente en gránulos o fragmentos, aparentemente a causa de *B. bassiana* (fig.4).

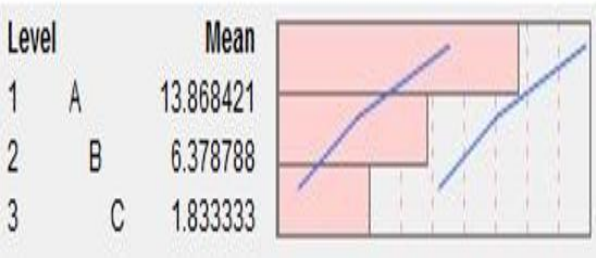
Por último en la tercera observación se encontró crecimiento inusual del hongo patógeno, los cuerpos fructíferos se desarrollaron con una apariencia deforme (fig. 5). Las hifas de *Alternaria* sp., presentan una cierta inhibición y rompimiento aparentemente causado por *B. bassiana* como se muestra la (fig. 6) La ruptura de las hifas y la degradación de los cuerpos fructíferos de *Alternaria* sp., puede ser causada por actividad endófita y antagonista de *B. bassiana*, estos resultados concuerdan con lo informado por (Griffin, (2007).

Enfrentamiento de *B. bassiana in vitro* con muestra de nopal infectado *in vivo*.

El proceso de enfrentamiento de *B. bassiana in vitro* y el cultivo de nopal verdura *in vivo* con síntomas presentes de *Alternaria sp*., se obtuvo como resultado que de las diez repeticiones, solo 4 tuvieron presencia abundante de *B. bassiana (fig.7)*, mientras que los 6 restantes presentaron *Alternaria sp*., en abundancia, inhibido al 90% el crecimiento de *B. bassiana* (fig.8).

Por otra parte, al observar en el microscopio, se pudo identificar que *B. bassiana*., presentó un mecanismo de acción conocida como micoparasitismo (fig.9), definido como una simbiosis antagonista entre organismos en el que están implicadas enzimas que son liberadas por el hongo usado como control, tales como las quitinasas y celulasas, que descomponen las paredes celulares del hongo patógeno, es por esta razón, que donde crece micelio de *B. bassiana* se observa un halo sin afección por *Alternaria sp*. (Chet & Inbar, 1994) Menciona que este proceso aún no está ampliamente estudiado en algunas especies de hongos, y algunos otros aspectos no están totalmente esclarecidos, debido que las enzimas implicadas varían al hongo involucrado, de la acción biotrófica o necrófitica del antagonista y especialmente de las condiciones ambientales.

Al analizar las pruebas se pudo percibir que en el proceso de micoparasitismo las hifas de *B. bassiana*., se adhirieron a las de *Alternaria sp*, estas se enrollan (fig 10) frecuentemente y en ocasiones son penetradas (fig. 11), esto según (Mortensen, et al., 1983) refiere a un crecimiento quimiotropico hacia el hospededante. Ya que después de su penetración en la planta, el hongo puede liberar fitotoxinas o metabolitos que mimetizan la actividad de algún fitorregulador, que le permite manipular la fisiología de la célula en su beneficio, es por eso que en la parte *in vitro* hubo una deformación de los cuerpos fructíferos siendo determinante para el establecimiento de la infección (Acimovic, 1969). Este tipo de interacción permitió el control de *Alternaria sp*., *en un 40%*.



Grafica 2. Prueba de Tukey.

El análisis estadístico mostró diferencias significativas entre los tratamientos aplicados en campo, por lo que se procedió a aplicar una prueba de Tukey (Gráfica 2) y se obtuvo que en el tratamiento tres, que es la dosis máxima, se observó un menor desarrollo de la enfermedad.

INCIDENCIA

Después del conteo de 100 plantas que fueron usadas para esta investigación, solo un 5% de esta, presento sintomatología del mal del oro *(Alternaria sp.),* en un estado terminal de la

enfermedad. Es decir, que de la plantación muestra, solo había 5 plantas infectadas. Cabe mencionar que este 5%, fue contabilizado al inicio de esta investigación. Y al finalizar las aplicaciones con el producto BB-quim, se contabilizó un aumento principalmente en el tratamiento 1 (testigo) con un 20%, mientras el tratamiento 3 solo incremento un 2%.

SEVERIDAD

Para determinar la severidad en un por ciento del total de pencas del nopal, se estableció un rango de severidad, donde 0% es igual a cladodio sano, de 1-10% es igual a un cladodio con severidad ligera, 11-35% es igual a cladodio con severidad moderada, de 36-75% es igual a un cladodio con severidad media, de 76-90% cladodio con severidad alta (Cuadro.1)

Cladodio sano	Cladodio con severidad ligera	Cladodio con severidad moderada	Cladodio con severidad media	Cladodio con severidad alta

Cuadro 1. Escala de severidad.

De las 5 plantas que presentaron incidencia por Alternaria sp; al inicio se contabilizó que; 2 plantas se encontraban en el tratamiento, 1 con una severidad del 20%, 2 plantas en el tratamiento 2, con una severidad del 10%, y la planta restante, se encontraba en el tratamiento 3, con una severidad del 10%, cabe mencionar que la severidad, únicamente afectaba a los cladodios del estrado bajo. (Cuadro 2).

Al finalizar las aplicaciones del producto BB-quin se obtuvo que en los tres tratamientos hubo un aumento de la severidad de la enfermedad, pero el que presentó menor avance fue el tratamiento 3, ya que se mantuvo únicamente en el estrato bajo, aumentado un 10%, a comparación del tratamiento 1 y del tratamiento 2 en los que se pudo observar un avance de daño en los cladodios del estrado medio (Cuadro 3).

Cuadro 2. Escala de severidad al inicio

Tratamiento	Grado de daño por estrato		
	Bajo	**Media**	**Alto**
Trat. 1	20%	-	-
Trat. 2	10%	-	-
Trat. 3	10%	-	-

Cuadro 3. Escala de severidad al final

Tratamiento	Grado de daño por estrado		
	Bajo	**Media**	**Alto**
Trat. 1	80%	20%	-
Trat. 2	50%	30%	-
Trat. 3	20%	-	-

CONCLUSIÓN

El producto *BB-quim* resulto benéfico para el control de *Alternaria sp,*

En laboratorio en el enfrentamiento (*In vivo* e *In vitro*), la interacción de los hongos fue endófita, micoparacita y quimiotropica lo que se vio reflejado en campo.

A nivel campo, los resultados mostraron que el tratamiento con dosis alta, fue el mejor, debido a que presento un menor avance de la enfermedad a comparación del tratamiento testigo que presentó avances significativos.

Este trabajo se vio beneficiado por el clima de temporal ya que en las fechas de aplicación, se presentaron lluvias, esto favoreció las necesidades del crecimiento, desarrollo y temperatura del hongo control *B. bassiana*.

AGRADECIMIENTOS

Al productor, Luis Alberto Sánchez Mesa por su hospitalidad y disponibilidad de tiempo. A las docentes Dra. Silvia Rodríguez Navarro y a la Dra. Susana Elisabeth Ramírez Sánchez.

BIBLIOGRAFÍA

Acimovic, M., 1969. Alternaria sp., novi parazit suncokreta u Jugoslaviji. Bilja, Volumen 19.

Ahmd, A., Davies, J., Randall, S. & Skiner, G., 1996. Antiviral properties of extract of opuntia ficus. Bioplanet, II (30), pp. 70-85.

Anónimo, 1976. Primer Catálogo de Enfermedades de las Plantas Mexicanas.. Fitofilof, III(76), pp. 50-51.

Barros, C. & Buenrostro, M., 2000. El maravilloso nopal: sus propiedades alimenticias y curativas. ilustrada ed. Mexico: Grijalbo .

Bravo, H., 1978. Las cactaceas en Mexico. Cactaceas suculentas en Mexico, I(2), p. 719.

Canabal, b., 1997. Una mirada al campo de la cuidad. La jornada del campo, 25 junio, 57(4), pp. 34-49.

Castro, R., 2000. Desarrollo de un medio de cultivo para la propagación de esporas de hongos entomopatógenos. tercera ed. MEXICO: perspectiva.

Chet, I. & Inbar, J., 1994. Biological control of fungal pathogens. Applied Biochemistry and Biotechnology, 48:37(43), p. 23.

Fierro, A. & Rodriguez, A., 2006. Cultivo de nopal verdura (Opuntia ficus indica (L) en el sur del D.F. En: UAM-X, ed. Tesis . Mexico D.F: Universidad Autonoma Metropolitana unidad Xochimilco , pp. 52-56.

Flores, V. C. A., 2001. Producción, industrialización y comercialización de Nopalitos. UACh ed. Estado de México, Texcoco: UACh.

Gallegos, S. & Méndez, G., 1995. Influencia de algunas prácticas del manejo del nopal sobre la producción de tuna en Pinos. Mexico: s.n.

García, E., (1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. En: Laios, ed. El clima segun Koppen. Mexico: Offet, p. 217.

Griffin, M., (2007. Beauveria bassiana, a Cotton endophyt Whith biocontrol activity against seeding disease Ph.D. Disertation. Knoxville: The university of Tennessee.

IMTA, 1996. Extractor rápido de información climatológica. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, ed. Mexico : s.n.

INEGI, 1995a.. Anuario Estadístico de la Delegación Milpa Alta. México: Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática.

INEGI, 2001. Anuario Estadístico de la Delegación Milpa Alta. Mexico: Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática.

Logrieco, A., Bottalico A., Mulé, G. Moretti, A. and G. Perrone. 2003. Epidemiology of toxigenic fungi and their associated mycotoxins for some Meediterranean crops.. En: B. J. B. En: Xu X, ed. Epidemiology of mycotoxin producing fungi. s.l.:Kluwer Academic Publishers, pp. 654-667.

Logrieco, A., Moretti, A. & Solfrizzo, M., 2009. Alternaria toxins and plant disease: an overview of origin, occurrence and riskis. World Mycotoxin J, Volumen 2, pp. 129-140.

Martín, P. A., 1980 . Vulcanología de la Sierra Chichinautzin, Tesis de maestria. UNAM ed. Mexico : Facultad de Ciencias.

McCoy, C., 2000. Use of entomopathogenic fungi on biological control a word view. Agropec, Issue 27, pp. 87-93.

Mislivec, P., Bruce, V., Staack, M. & R, B., 1987. Molds and tenuazonic acid in fresh tomatoes used for catsup production. J Food Prot, Volumen 50, pp. 38-41.

Mortensen, K., Bergam, J. & Burns, E., 1983. Importance of Alternaria carthami and A. alternata in causing leaf spot diseases of safflower. Plant Dis, Volumen 67, pp. 1187-1190.

Munnecke, D. & Gera, S., 1956. Alternaria leaf spot of geranium. Plant Dis rep, Volumen 40, pp. 452-454.

Olvera, M. & Flores, V., 1993. Comercialización de Nopal Verdura en México. En: 5 Congreso Nacional y 4 Congreso Internacional sobre el Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal.. México: s.n., pp. 165-175.

Osorio A, F., Soto, E. A. & S, d., 1997. Manejo de huertas de nopal (Opuntia spp) para el control del "engrosamiento de cladodios" y de la producción. Agrociencia, Issue 31, pp. 62-72.

Pimienta B, E., 1990. El nopal tunero.. En: U. d. Guadalajara, ed. El nopal. Universidad de Guadalajara. ed. Guadalajara Jalisco, Méx: s.n., p. 290.

Renwick, A., Campbell, R. & Coe, S., 1992. Assessment of in vivo screening systems for potential biocontrol agents of Gaeumannomyces graminis. Plant Pathol, Volumen 40, pp. 524-532.

Rotem, J., Drepper, W., Bashi, E. & Kranz, J., 1990. The effect of age, nutrition and soil moisture on predisposition of cotton to infection by Alternaria macrospora. Phytopathol Mediterr, Volumen 29, pp. 19-24.

Sung, G. Sung GH, Hywel-Jones NL, Sung JM, Luangsa-Ard JJ, Shrestha B, 2007. Phylogenetic classification of Cordyceps and the clavicipitaceous fingi. Studies Mycol , Issue 57, pp. 5-59.

Tarmer, R. W., Schmedicke, A. R. & Lachance, M., 2003. The origin of the cactus–yeast community. Federation of European Microbiological Society Yeast Research, II(3), pp. 441-448.

Vega, F., 2008. Insect pathology and fungal endophytes. J. Invertebr Pathol, Volumen 98, pp. 277-279.

Velez, P. 2000. Tecnicas para el control de calidad de formulaciones de hongos entomopatogenos. Cenicafe, i(17), p. 37.

White, J., Bacon, C., Hywel-Jones, N. & Spatafora, J., 2003. Clavicipitalean Fungi: Evolutionary Biology, Chemistry, Biocontrol and Cultura Impacts. Eds ed. New York: Marcel Dekker .

NIVELES DE INFESTACIÓN DEL PULGÓN AMARILLO DEL SORGO, *Melanaphis sacchari* (ZEHNTNER) (HEMIPTERA: APHIDIDAE), EN ZACATE JOHNSON Y SORGO FORRAJERO, EN LA COMARCA LAGUNERA

Christian Silva-Martínez[1], Urbano Nava-Camberos[1], José Luis García-Hernández[1] y Verónica Ávila-Rodríguez[2]

[1]Facultad de Agricultura y Zootecnia (FAZ), UJED, Ej. Venecia, Durango. nava_cu@hotmail.com.
[1]Facultad de Ciencias Biológicas, UJED, Gómez Palacio, Dgo. vavilar@gmail.com.

INTRODUCCIÓN

En la Comarca Lagunera hasta el ciclo agrícola P-V 2013 el sorgo forrajero era un cultivo que no tenía problemas en cuanto al ataque de plagas, pero en la actualidad está sufriendo graves daños a causa del pulgón amarillo del sorgo (PAS), *Melanaphis sacchari* (Zehntner).

A finales del ciclo agrícola P-V 2013 se detectó una alta infestación del PAS en predios de sorgo para grano en el norte y centro de Tamaulipas. Los daños provocados por el pulgón fueron severos y las pérdidas se estimaron entre 30 y 100%. Se desconoce cómo llegó la plaga al noreste de México. Simultáneamente, el pulgón amarillo se reportó en los Estados de Texas, Louisiana y Mississippi de Estados Unidos de Norteamérica, causando pérdidas importantes en la cosecha del sorgo para grano. Para fines del 2014 el insecto se había dispersado a los estados de Nuevo León, Veracruz, Coahuila, Sinaloa, Nayarit, San Luis Potosí, Guanajuato, Puebla y Oaxaca. Los principales hospedantes del pulgón amarillo son gramíneas, tales como caña de azúcar, trigo, avena, cebada, arroz, maíz y sorgo; siendo este último el cultivo preferido por esta plaga. Otros huéspedes secundarios en los que se puede encontrar cuando no existen cultivos de sorgo, son zacate Johnson y cañita. El daño principal del insecto se debe a la succión de la savia de las hojas, provocando una decoloración por ambos lados de éstas, tornándose amarillas o rojizas, como consecuencia de la falta de nutrientes, que son succionados por el pulgón. Otros daños indirectos se deben a excreción de mielecilla y la formación de fumagina; así como la transmisión de enfermedades virales (SENASICA 2014, Villanueva *et al*., 2014, Rodríguez-del-Bosque y Terán 2015).

Por lo anterior, los objetivos del presente estudio fueron determinar los niveles de infestación y la capacidad de incremento poblacional; así como los daños del PAS en 10 predios de sorgo forrajero de la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se llevó a cabo en diez predios de la Comarca Lagunera, durante el ciclo agrícola 2015, los cuales fueron: Matamoros 1 (carretera a Saltillo), Matamoros 2 (carretera a La

Partida), San Pedro, Ejido Guadalupe (carretera Torreón-San Pedro) y Hormiguero, Venecia, Tlahualilo, El Vergel, Carlos Real y Ejido 6 de Octubre. En cada predio se inspeccionaron 50 plantas de sorgo forrajero y de zacate Johnson, mismas que se tomaron al azar en el predio. En cada planta de ambos hospedantes se registró la presencia o ausencia de la plaga y se revisó una hoja de la parte superior registrando la cantidad de pulgones. Se realizaron cuatro muestreos mensuales iniciando el 7 de abril y terminando el 15 de julio. Al finalizar el ciclo del cultivo se estimó el rendimiento de forraje verde por hectárea, para lo cual se pesó el forraje de una superficie de 10 m^2 en cinco sitios de cada predio. Adicionalmente, se tomaron fotos de las características morfológicas de los distintos estados biológicos y los grados de infestación de la plaga; así como de los daños ocasionados por la misma al cultivo de sorgo forrajero.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción del PAS y observaciones de su incidencia en la Comarca Lagunera. Este insecto posee metamorfosis incompleta (Hemimetábolo), por lo que posee los estados biológicos de huevecillo, ninfa (4 instares) y adulto (áptero o alado). Miden de 1.1 a 2.0 mm de largo, son de color amarillo a verde claro, y poseen una antena de seis segmentos (Figura 1). El PAS se observó por primera vez durante el verano y otoño del 2014 en sorgo forrajero en la Comarca Lagunera. Durante el verano del 2015 las poblaciones y daños han sido altos en sorgo forrajero (Figura 2).

Figura 1. Características morfológicas distintivas del PAS: colonia con ninfas de diferentes edades y adultos, adultos áptero y alado mostrando su color amarillo, manchas de color café obscuro, tarsos, antena y cornículos de color café claro a obscuro y ala anterior “ahumada” con estigma más obscuro.

Figura 2. Hojas de zacate Johnson y sorgo forrajero infestadas con PAS y daño ocasionado en sorgo forrajero durante el verano del 2015 en la Comarca Lagunera.

Niveles de infestación del PAS en zacate Johnson, durante el 2015. Las infestaciones del pulgón amarillo en su hospedante natural, zacate Johnson, se detectaron desde principios de abril del 2015 y se incrementaron exponencialmente en función del tiempo de monitoreo. Las densidades máximas de la plaga variaron de 45.7 a 97.4 PAS por hoja en las localidades bajo estudio (Figura 2). Por lo anterior, el zacate Johnson constituye un excelente hospedante del PAS y contribuye a la preservación del insecto durante los períodos libres del cultivo del sorgo.

Niveles de infestación del PAS en sorgo forrajero, durante el 2015. Las infestaciones del pulgón amarillo en el cultivo de sorgo forrajero fueron muy bajas durante abril y mayo del 2015 (≤ 2.0 PAS por hoja) y posteriormente se registró un incremento exponencial hacia el final del ciclo del cultivo. Las densidades máximas de la plaga variaron de 394.7 a 754.1 PAS por hoja en las localidades bajo estudio (Figura 3). Por lo anterior, el cultivo del sorgo es altamente preferido por este insecto y constituye un recurso alimenticio de gran calidad para su desarrollo, lo cual le permite a la plaga desplegar una gran capacidad de incremento poblacional. El rendimiento de forraje verde obtenido en seis de las localidades bajo estudio, no fue afectado significativamente por las diferentes densidades de la plaga, lo cual puede deberse a que el cultivo fue sembrado en fechas tempranas (Cuadro 2). Sin embargo, las observaciones de predios de sorgo forrajero establecidos en fechas tardías muestran una drástica reducción del desarrollo y rendimiento del cultivo. Lo anterior parece indicar que el umbral de acción para tomar decisiones de control del PAS varía en función de la fecha de siembra del sorgo forrajero y por lo tanto, de la etapa fenológica del cultivo sometida a altas infestaciones de la plaga.

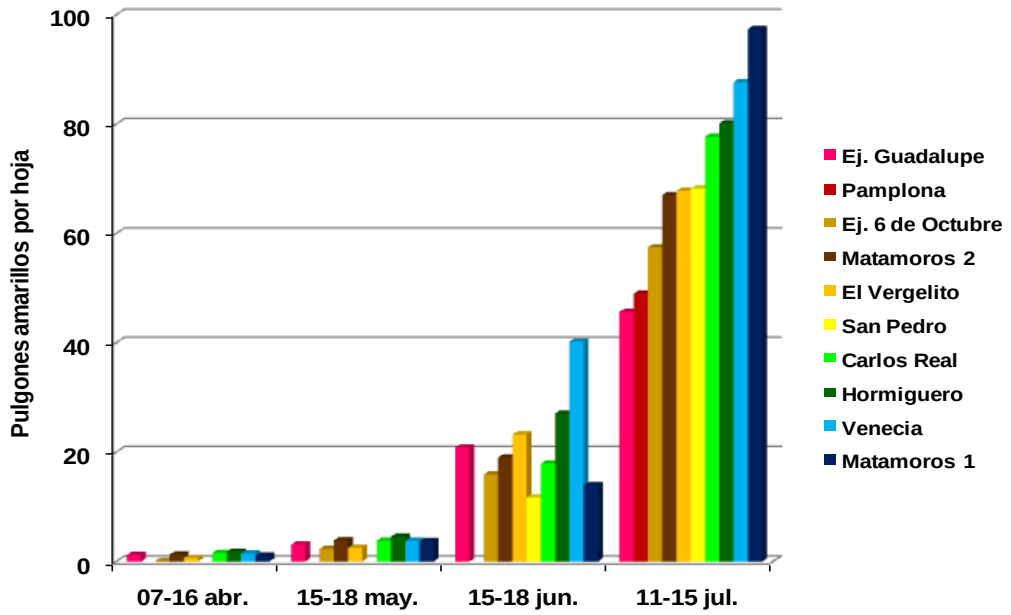


Figura 2. Niveles de infestación del pulgón amarillo en zacate Johnson durante el 2015 en la Comarca Lagunera.

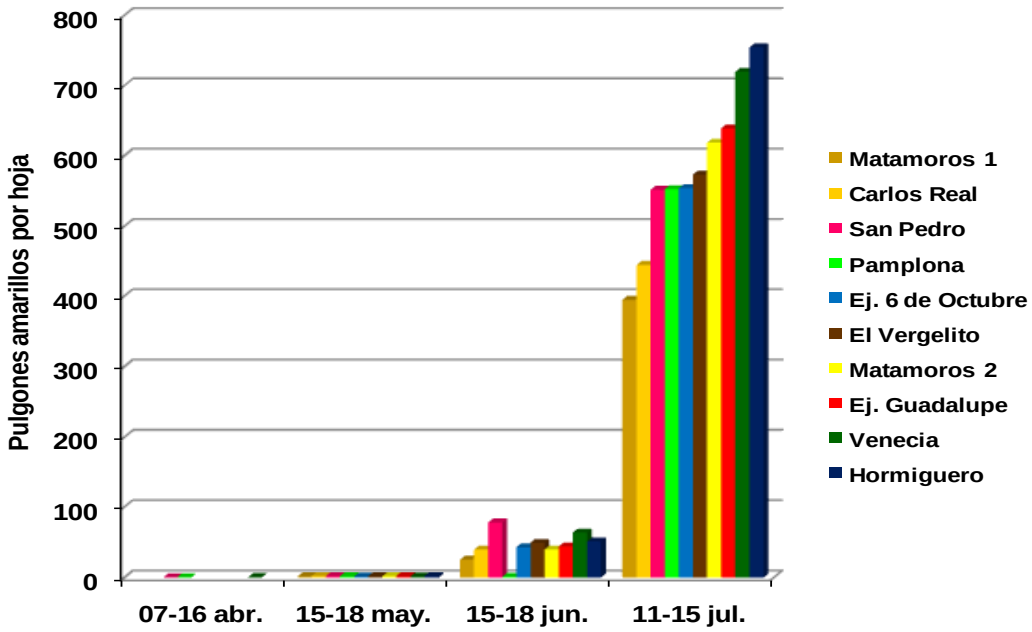


Figura 3. Niveles de infestación del pulgón amarillo en sorgo forrajero durante el 2015 en la Comarca Lagunera.

En el caso del sorgo para grano se reporta que el umbral de acción del PAS varía de 50 a 125 pulgones por hoja, dependiendo del costo del control y del precio del grano (Ahrens *et al.*,

2014). Estas densidades de la plaga se alcanzaron en junio en cuatro localidades y se rebasaron durante julio en todas las localidades (Figura 3), sin un efecto significativo en la producción de forraje (Cuadro 2), lo cual parece indicar que el umbral de acción es más alto en sorgo forrajero que en sorgo para grano.

Cuadro 2. Números máximos de pulgones por hoja y rendimiento de forraje verde de sorgo durante el 2015 en la Comarca Lagunera.

Localidad	Pulgones por hoja (Promedios)	Rendimiento de forraje (kg/ha)
Carlos Real	444.56	29662.0
San Pedro	551.50	31186.0
Ej. 6 de Octubre	553.82	29886.0
El Vergelito	573.04	31818.0
Ej. Guadalupe	638.72	28606.0
Hormiguero	754.14	30412.0

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos, se puede concluir lo siguiente: el zacate Johnson presentó densidades altas del PAS por lo que se considera un excelente hospedante y reservorio de la plaga durante las épocas libres de cultivos, las densidades del PAS manifestaron un incremento exponencial hacia el final del ciclo del cultivo del sorgo forrajero y variaron significativamente entre localidades, y no se observó un efecto negativo de las densidades de la plaga sobre el rendimiento de forraje verde en los predios bajo estudio.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración y gran disposición de los propietarios de los predios de sorgo forrajero considerados en este estudio.

BIBLIOGRAFIA

Ahrens, W. T., D. Anderson, R. Bowling, J. Halcomb and M. Brewer. 2014. Setting an economic threshold for sugarcane aphid (*Melanaphis sacchari*) on sorghum infested during vegetative growth. http://ccag.tamu.edu/files/2013/03/economicthreshold_sugarcaneaphid_2014TPPAmeeting-TPPAfinal.pdf

Rodríguez-del-Bosque, L. A. and A. P. Terán. 2015. *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae): A new sorghum insect pest in Mexico. Southwestern Entomologist 40: 433-434.

SENASICA. 2014. Pulgón amarillo *Melanaphis sacchari* (Zehntner). Dirección General de Sanidad Vegetal-Programa Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. México, D.F. Ficha Técnica, no 43, 15 p.

Villanueva, R. T., M. Brewer, M. O. Way, S. Biles, D. Sekula, E. Bynum, J. Swart, C. Crumley, A. Knutson, P. Porter, R. Parker, G. Odvody, C. Allen, D. Ragsdale, W. Rooney, G. Peterson, D. Kerns, T. Royer, and S. Armstrong. 2014. Sugarcane aphid: a new pest of sorghum. Texas A&M Agrilife Extension. Ento-035. Weslaco, TX, USA.

INHIBICIÓN DEL CRECIMIENTO *IN VITRO* DE *ERWINIA AMYLOVORA* CON BACTERICIDAS QUÍMICOS Y ORGÁNICOS

Homero Sarmiento-López[1], Cesar Usiel Ávila-Hernández[2] y Enrique Merlín Bermudes[1]

[1]INIFAP-Durango. Carretera Durango-El Mezquital Km. 4.5. [2]Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana, Carretera Durango-México Km 22.5.
sarmiento.homero@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La bacteria de *Erwinia amylovora* es el agente causal de la enfermedad denominada tizón de fuego, el cual afecta a las plantas de la familia *rosaceae*, principalmente a especies de alto valor comercial como el peral, manzano, níspero, membrillo y diversas especies ornamentales y silvestres (Palacio *et al*., 2009). El daño se presenta en racimos florales, brotes vegetativos, hojas, frutos, madera de tronco o ramas grandes e incluso raíces. La enfermedad puede presentar efectos de poca importancia hasta daños devastadores en huertos sin antecedentes de la enfermedad, debido a la destrucción de gran parte de la cosecha, al matar ramas grandes o arboles enteros en unos pocos meses (Steiner, 2000).

El tizón de fuego fue conocido en América del Norte desde hace 200 años en el caso particular de México específicamente en el noroeste de Chihuahua, fue identificada bioquímicamente en 1974 por personal del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) y su importancia empezó a resaltar en 1990. Durante esta época se estimaba que el 10% de los árboles plantados de la región presentaban algún tipo de daño ocasionado por la bacteria (Ramirez-Legarreta *et al*., 2009).

Tanto en los países desarrollados como en México se reconoce el incremento como riesgo de ataques de tizón de fuego en manzano; sin embargo los factores que inciden en ambos casos presentan amplias diferencias.

Uno de los métodos pare el control del tizón de fuego es la aplicación de aceite de orégano, para disminuir el uso de antibióticos los cuales pueden inducir a la resistencia bacteriana. De la misma manera se pretende comparar la eficacia de inhibición al tratamiento con el bactericida Agri-gen tplus®.

El presente trabajo tuvo como objetivo medir la inhibición *in vitro* de tres dosis de extracto de orégano y tres dosis de gentamicina sobre *Erwinia amylovora* aislada de una huerta de manzana de cv. *Red delicius* del municipio de Canatlán Durango.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en el laboratorio de usos múltiples del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agrícolas y Pecuarias .Para llevar a cabo el experimento, se realizaron los aislamientos en medio de cultivo selectivo CCT por el método de impresión de estigmas, para posteriormente

realizar la transferencia a cultivo PDA adicionado con tiabendazol, para evitar el crecimiento de hongos.

Una vez obtenido el cultivo axénico se realizó la siembra en cajas petri con PDA por el medio de estriado realizando un barrido completo en un sentido y después realizar un segundo barrido trasversalmente.

Los tratamientos fueron seis y consistieron en extracto de orégano con la concentración de 0.8 ml (dosis alta), 0.4 ml (dosis media) y 0.2 ml (dosis baja) por litro de agua y en el caso de la gentamicina fue 0.8 g (dosis alta), 0.4 g (dosis media) y 0.2 g (dosis baja) disueltos en un litro de agua cada uno. Discos de papel filtro de 1 cm de diámetro se embebieron en la solución a probar y se colocaron distribuidos de manera uniforme en las cajas sembradas con la bacteria (Método de antibiograma) y se colocaron en una incubadora a 28° C durante tres días después de los cuales se midió el halo de inhibición con ayuda de un vernier digital.

El diseño experimental empleado fue factorial 2x3 (dos productos bactericidas y tres dosis). Los datos se sometieron a un análisis de varianza y una comparación de medias por el método de Tukey ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó que las dos dosis más efectivas para el control en el desarrollo de la bacteria *Erwinia amylovora,* fueron el orégano en dosis con concentración de 0.8 ml por litro de agua con un promedio de inhibición de 17.25 mm y la gentamicina de igual manera en una dosis alta de 0.8 g por litro de agua que tuvo un promedio de inhibición de 12.94 mm (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis de varianza del experimento de inhibición de halo de *crecimiento in vitro* de *Erwinia amylovora* con bactericidas químicos y orgánicos.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	Valor F	Valor P	cuadrada
Producto	1	139.5709	18.12	0.0001	0.6377
Dosis	2	180.0061	23.36	0.0001	
Producto x Dosis	2	28.2472	3.67	0.0343	

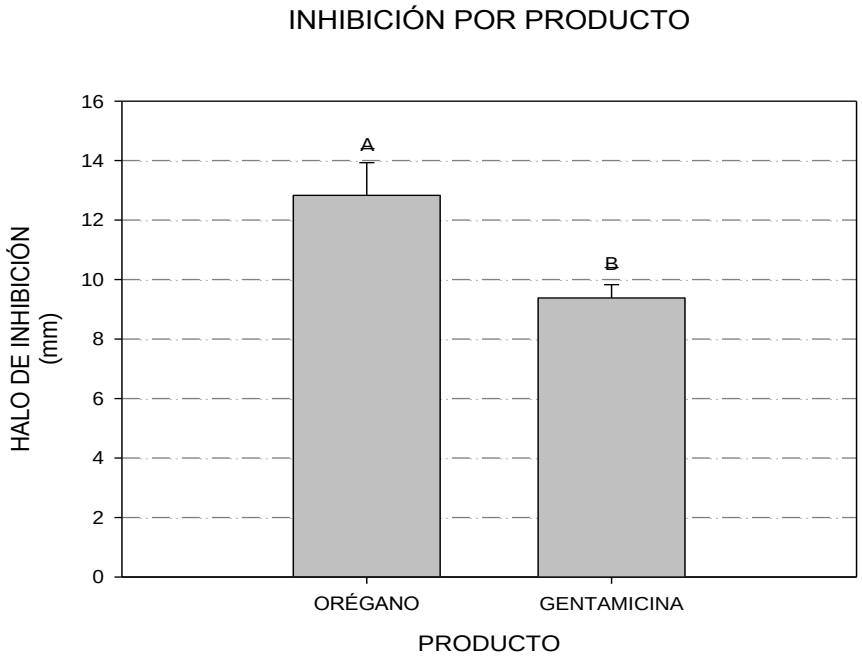


Figura1. Halo de inhibición en *Erwinia amylovora in vitro* por efecto del producto bactericida.

Se observa que en el tratamiento de extracto de orégano dosis alta el halo de inhibición fue de 17.25 mm, seguido por el tratamiento por la dosis media que mostró un halo de inhibición de 12.94 mm, ya que en la dosis baja con concentración el crecimiento fue de 7.67 mm. De misma manera los resultados obtenidos en los tratamientos de gentamicina en diferentes dosis fueron: dosis alta que presentó un halo de inhibición de 11.68 mm, dosis media 9.08 mm y en concentración baja la inhibición fue 7.41 mm, observándose que el mejor tratamiento fue el orégano en concentración alta, seguido por el tratamiento de gentamicina en concentración alta (Fig. 2).

Según (Chacón et al. 2008). Reportó que el aceite de orégano muestra gran efectividad en el control bacteriológico de muestras de Erwinia amylovora lo cual se mostró de igual manera en este ensayo

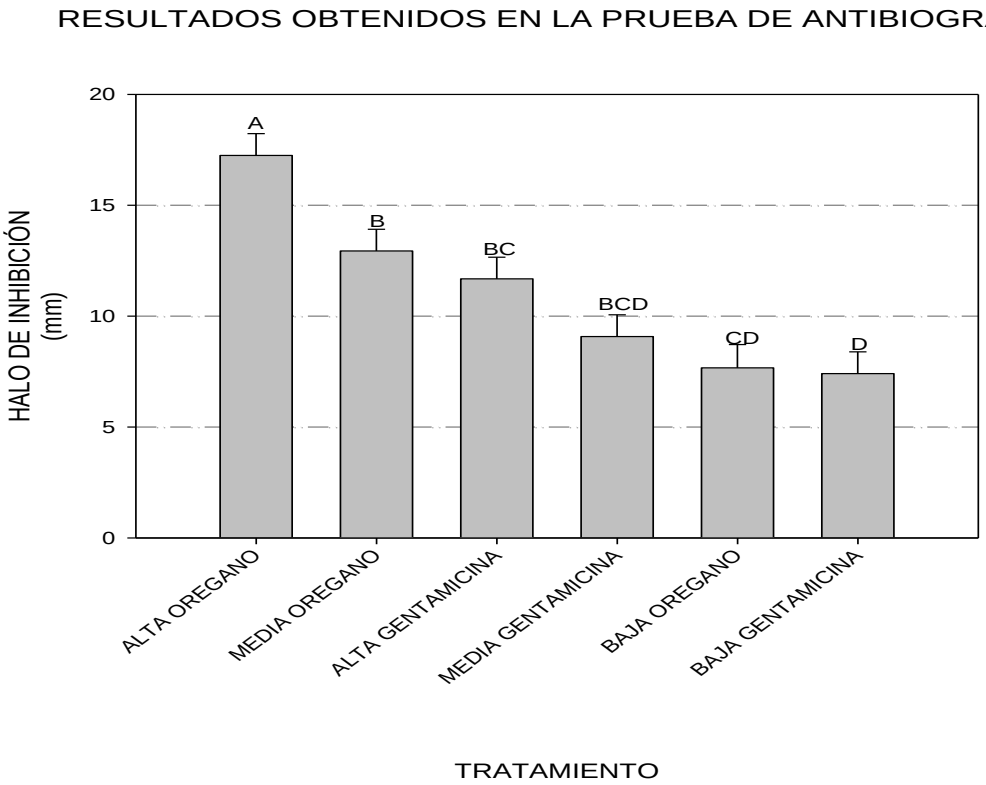


Figura 2. Halo de inhibición de todos los tratamientos de bactericidas químicos y orgánicos.

Se observa que las dosis altas tanto de bactericida orgánico como químico mostraron una mayor inhibición del crecimiento de *Erwinia amylovora* en las condiciones en las que se desarrolló el experimento.

Se observa la dosis más eficaz en la que es destacada la dosis alta las cuales se probaron con una concentración de 0.8 ml y 0.8 g de aceite de orégano y gentamicina por cada litro de agua, presentando un halo de inhibición de 17.25 mm, y 11.68 mm seguida por la dosis media con la concentración de 0.4 ml y 0.4 g en el caso de la gentamicina obteniendo resultados de un halo de 12.94 mm y 9.08 mm en la inhibición de la bacteria *Erwinia amylovora* y en caso de las dosis bajas con concentración de 0.2 ml y 0.2 g los resultados fueron de 7.64 mm en el caso del orégano y en la gentamicina 7.41 mm de inhibición.

Según los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza muestra una diferencia significativa del factor producto en el tratamiento de aceite de orégano con un halo de inhibición de 17.25 mm marcando la diferencia sobre los tratamientos de gentamicina que mostraron un halo de inhibición de 11.68 en una dosis de concentración alta.

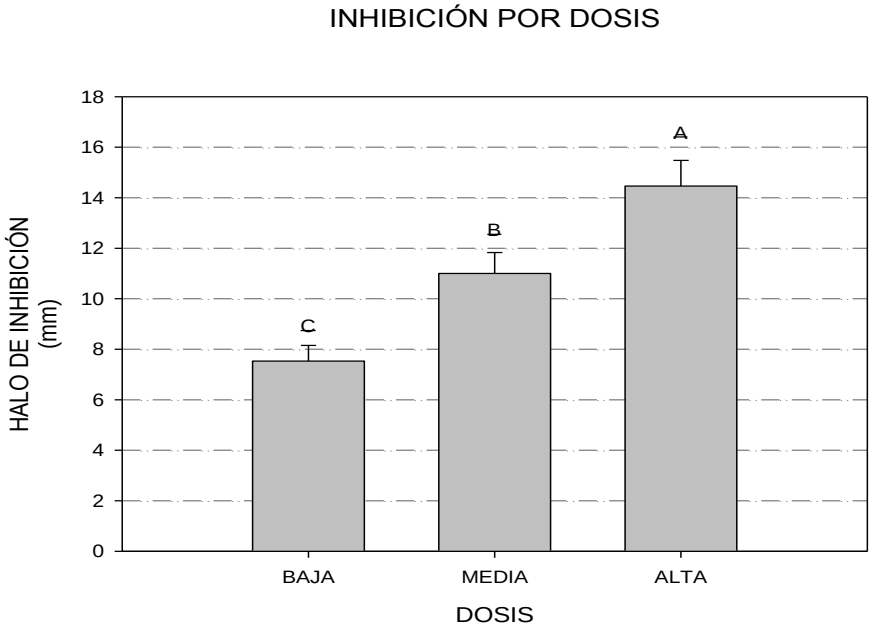


Figura 3. Comportamiento de las diferentes dosis de bactericidas para inhibir el crecimiento de *Erwinia amylovora in vitro*

CONCLUSIONES

Los tratamientos químicos y orgánicos utilizados en este experimento mostraron la mayor inhibición en el crecimiento *in vitro* de la bacteria *Erwinia Amylovora* en dosis altas de (0.8 ml de aceite de orégano y 0.8 g de gentamicina). El aceite de orégano mostro mayor inhibición que la gentamicina.

BIBLIOGRAFIA

INEGI 2011. El sector alimentario en México 2011, serie de estadísticas sectoriales. Cuadro 2.1.1.21 1ª.parte.

Palacio B.,A.; M.A. Cambra; M. milagros; M. Ordax; J. Peñalver; M. T. Gorris; M. Cambra; E. Marco-Noalas; P. LOP; E. G. Biosca; M. Roselló; E. Montesinos; I. Llorente; E. Badosa,J. Cabrefiga; A.Bonarerra; L.Ruz; C. Moragrega, J. Francés y C. Díaz. 2009. El fuego bacteriano de las rosáceas (*Erwinia amylovora*). Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino. Madrid, España. 95p.

Ramirez- Legarreta, M. R., J. L. Jacobo- Cuéllar, M.R Ávila Marioni, R.A. Parra- Quezada y M. G. Zacatenco-González. 2009. Incidencia de inóculo y variables climáticas como herramientas en la toma de decisiones del manejo del tizón de fuego [*Erwinia amylovora* (Burill) winslow *et al*.] Durante la floración del manzano [*Malus sylvestis* (l.) mil. Var. *domestica* (Borkh.)Mansf.] Revista mexicana de Fitopatologia 27(2):123-133.

Romo. C.A.; Berlanda,R.D.I; Guerrero.P.V.M; Martínez C. R; Romero,G. S; Ramírez L.M.R. 2011. Manejo de *Erwinia amylovora* con Aceite Esencial de Orégano (Lippiaberlandieri) y Estudio de Resistencia a Estreptomicina en Arboles de Manzano cv. Golden Delicious. Revista Mexicana de Fitopatología (29)2:119-132.

SAGARPA 2012. Evaluación extrema sobre funcionamiento, operación, seguimiento y calidad del componente sanidad vegetal e inocuidad agrícola ejercicio 2010.

Steiner, P.W.2000. A philosophy for effective fire blight management. Consultado el 15 de julio del 2014.

CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL BÍSQUET A BASE DE HARINA DE FRIJOL

Isidro, R.L.M[a*]., Rodríguez, C.G.C[a]., Cruz, B.R.D[b].

[a]Universidad Autónoma de Tamaulipas, Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa-Aztlán. Departamento de Tecnología de Alimentos. Calle 16 y Lago de Chapala S/N, Colonia Aztlán, C.P. 88740, Reynosa, Tamaulipas. México. [b]INIFAP-Campo Experimental Caleras, Zacatecas. México. [*]E-mail:Isidro.luis@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades gastrointestinales son uno de los principales problemas de salud pública en México. Se transmiten, ya sea por vía fecal-oral, o bien por el consumo de agua y alimentos contaminados. Afectan principalmente a la población infantil, y tanto su incidencia como su prevalencia dependen del nivel socioeconómico de los pacientes. La búsqueda e identificación de éstos, en los laboratorios clínicos, se centra principalmente en patógenos clásicos como: *Salmonella*, *Shigella*, *Escherichia*, *Vibrio*, *Campylobacter* y *Yersinia*. Existen otros géneros involucrados en estas enfermedades, como Aeromonas, que en otros países se ha documentado como agente etiológico de enfermedades gastrointestinales y marcador de contaminación fecal en el agua (Hernández *et al*., 2011).

Los alimentos se pueden contaminase en los distintos eslabones de la cadena agroalimentaria, desde la producción, distribución y almacenamiento (un todo continuo que iría "de la granja a la mesa"), incluyendo los hogares y expendios de alimentos preparados para el consumo. En estos últimos las deficiencias en la manipulación de los alimentos por parte de aquellas personas responsables de su preparación, determinan importantes problemas de salud pública, así mismo como los usuarios, donde los alimentos se pueden contaminar, particularmente en los países en vías de desarrollo (Mercado, 2007; Reyes *et al*., 2011).

La calidad alimentaria es otro concepto, propio del bienestar de la sociedad. Los productos pueden ser inocuos, sanos y nutritivos, pero uno de ellos ha sido seleccionado desde su origen reuniendo las mejores cualidades, utilizando las variedades más idóneas, realizando “si este es el caso” una elaboración industrial muy cuidada. Indudablemente tendríamos dos calidades distintas, que probablemente repercutirían ó deberían repercutir en los precios de ambos productos (Morón y Dárdano, 2001).

Según el Codex Alimentarius (1998) los alimentos perecederos son aquellos de tipo o condición tales que pueden deteriorarse, entendiéndose aquellos como los alimentos compuestos total o parcialmente de leche, productos lácteos, huevos, carne, aves de corral, pescado o mariscos, o de ingredientes que permitan el crecimiento progresivo de microorganismos que puedan

ocasionar envenenamiento u otras enfermedades transmitidas por alimentos; así aquellos alimentos que son considerados como perecederos generalmente poseen una vida útil de siete días, y esta vida útil está limitada en la mayoría de los casos por el decaimiento bioquímico o microbiológico (Labuza, 2000), mientras que los alimentos semiperecederos (conservas en general) la vida útil está limitada principalmente al deterioro fisicoquímico y/o sensorial antes que el microbiológico (McDonald & Sun, 1999; McMeekin & Ross, 2002).

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia Prima

Se utilizó la variedad de frijol Flor de Junio Dalia para la elaboración de los bísquets con proporciones de 50/50 %, 70/30 % harina de frijol y harina de trigo integral, respectivamente; así como un bísquet de 100 % harina de trigo integral como testigo en las instalaciones de la planta piloto del Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Zacatecas.

Análisis microbiológicos

Se les determinó la calidad microbiológica del bísquet para el recuento bacteriano en UFC de mesofílicos aerobios y CT, e identificación de bacterias patógenas. Se pesó 10g de muestra (bísquet), vertiéndolo en un frasco con 90ml de agua peptonada al 1% incubándose por 24h. Posteriormente se hicieron diluciones en tubos con 9ml de solución salina al $1x10^{-1}$, $1x10^{-2}$ y $1x10^{-3}$. Se tomó 1ml de muestra y se depositó en las cajas Petri, vertiéndole al final los medios de Agar Cuenta Estándar, Agar Rojo Bilis Violeta (ARBV). Las cajas se incubaron a 35ºC/24 h±2, en base a la NOM-247-SSA1-2008. Para determinar la presencia de hongos, el bísquet se despedazó en una bolsa estéril, después se tomó cinco muestras al azar y se depositaron en las cajas con medio de Agar Dextrosa de Papa (PDA) en base a la NOM-111-SSA1-1994. Para la identificación de bacterias patógenas, se tomó una alícuota con una asa bacteriológica calibrada sembrándose en las cajas Petri con agar de S-S y agar MacConkey y se incubaron a 35ºC/24h±2, posteriormente se les realizaron las pruebas bioquímicas para la identificación de las bacterias.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

La evaluación de la calidad microbiológica del bísquet elaborado con harina de frijol y el bísquet control elaborado con harina de trigo se muestran en la Tabla 1, los resultados muestran el crecimiento bacteriano en Unidades formadoras de Colonias (UFC) de Mesofílicos aerobios, Coliformes totales (CT), Hongos e identificación de bacterias.

Tabla 1. Promedio del recuento bacteriano en UFC/g de Mesofílicos aerobios, Coliformes totales y Hongos por bísquets.

Bísquet/Días	Mesofílicos aerobios	Coliformes totales	Hongos
50%frijol-50%trigo	1,192 UFC/g	980 UFC/g	500 UFC/g
70%frijol-30%trigo	1,160 UFC/g	912 UFC/g	500 UFC/g
100% trigo	40 UFC/g	24 UFC/g	500 UFC/g
NOM-247-SSA1-2008	< 10,000 UFC/g	< 30 UFC/g	< 300 UFC/g

Los resultados mostrados en la Tabla 1 nos indica los promedios de los recuentos bacterianos en UFC para Mesofílicos aerobios, Coliformes totales y Hongos por bísquets de 50% de frijol-50% de trigo y 70%frijol-30%trigo. El recuento bacteriano sobre pasa los límites permisibles por la NOM-247-SSA1-2008, el bísquet elaborado con 100% trigo utilizado como testigo, está dentro de los límites permisibles por la norma ya mencionada; sin embargo a los siete días transcurridos hubo un recuento de hongos en los tres bísquets sobre pasando los límites permisibles de UFC por la norma.

Por otro lado, se identificaron bacterias como *Providencia* sp., *Klebsiella* sp. y *Shigella* sp. esta última es un patógeno humano de alto riesgo, la especie *Shigella dysenteria* puede causar diarreas profusas con sangre, conocida como disentería, lo que lleva a deshidratación grave el individuo.

Se encontró un recuento de 500 UFC, valor que sobrepasa los límites que permite la norma. Los hongos identificados fueron *Rhizopus* sp*.* y *Penicillum* sp. ya que el bísquet no contiene ningún conservador y es más susceptible a la contaminación por las esporas que se encuentran en el medio ambiente y siendo un problema para la salud del consumidor. Se procedió a identificarlos mediante examen morfológico macro y microscópico; se encontraron a los hongos *Rhizopus* sp*.* y *Penicillum* sp. Estos hongos junto con el *Aspergillus*, *Cladosporium* y *Fusarium* son los que más se encuentran en la harina y en las costras de los panes (Salgado y Jiménez, 2012); siendo causante del deterioro y disminución de la vida de anaquel de los mismos.

En un estudio realizado por Voysey en el 2006 en el Reino Unido, se encontraron esporas de las bacterias *Bacillus cereus* y *Staphylococcus aureus* que se encuentran comúnmente en el medio ambiente, a partir de ahí, contaminan ingredientes como harina, leche, crema, especias, huevo deshidratado, levadura y mejoradores, frutos secos y cacao, también la bacteria patógena de *Listeria monocytogenes*, se ha encontrado en la harina, y en el pan después del horneado.

CONCLUSIONES

En nuestros bísquets, dicha contaminación se le atribuya posiblemente a la inadecuada manipulación y a las condiciones ambientales que se presentan al momento de elaborarlas en la planta piloto del INIFAP-Zacatecas y por lo tanto no tiene una buena calidad como alimento ya que al consumirlo pudiera provocar alguna enfermedad gastrointestinal.

BIBLIOGRAFÍA

Hernández, C.C., Aguilera, A.M.G. & Castro, E.G. 2011. Situación de las enfermedades gastrointestinales en México. Enfermedades Infecciosas y Microbiología. 31(4):137-151.

Labuza, T.P. 2000. The search for shelf life. Food Testing and Analysis. 6. 26-36.

McDonald, K. & Sun, D.W. 1999. Predictive food microbiology for the meat industry: a review. Int. J. Food Microbiol. 52(1):1–27.

McMeekin, T.A., Olley, J., Ratkowsky, D.A., & Ross, T. 2002. Predictive microbiology: towards the interface and beyond. International Journal of Food Microbiology. 73(2):395-407.

Mercado, C.E. 2007. Los ámbitos normativos, la gestión de la calidad y la inocuidad alimentaria: una visión integral. Normative environments, quality management and food innocuity: an integral vision. Agroalimentaria. 13(24).

Morón, C., & Dárdano, C. 2001. Importancia del Codex Alimentarius en la seguridad alimentaria y el comercio de alimentos. Oficina Regional de la FAO, Santiago de Chile.

Norma Oficial Mexicana. NOM-111-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.

Norma Oficial Mexicana. NOM-247-SSA1-2008. Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas, alimentos a base de cereales, semillas comestibles de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales.

Reyes, L., Palacios, M.M., Briceño, Y., Dos Santos, M.F., Romero, L., Calderón, I., Da Mata, M., Ordosgoitti, V., Sandoval, V., Díaz, A., Perdomo, L., Martínez, E., Allen, M., Silvera, J., López, B., Inojosa, Y., Sandoval, W., Figuera, C., Bernal, L., Tapias, T., Perdomo, I., & Villanueva, A. 2011. Manipulación Higiénica de los Alimentos. Nutriendo conciencias en las escuelas para el Buen Vivir.

Salgado, N.A.A. & Jiménez, M.M.T. 2012. Métodos de control de crecimiento microbiano en el pan. Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos. 6(2): 160-172.

Voysey, P. 2006. Microbial bakery products update. International Food Hygiene. 22(1):16-17.

DIVERSIDAD DE ARTRÓPODOS EN BOSQUE DE PINO - ENCINO EN EL ESTADO DE DURANGO

Gerardo Pérez-Santiago*, Rebeca Álvarez Z.*, Alejandro Leal S. y Gerardo A. Hinojosa O.

CIIDIR-IPN Unidad Durango. Sigma 119. Fracc. 20 de Nov. II, Durango, 34220 México.
*Becarios COFAA. Correo e: gperezs@yahoo.com

INTRODUCCIÓN

Los recursos bióticos de México representan una de las mayores fuentes generadoras de biodiversidad en el mundo, ya que en el país se encuentran áreas neárticas y neotropicales. Así México es reconocido como un país de alta diversidad biológica–megadiverso- (Magaña y Villaseñor, 2002). Del 50 al 80% de la biodiversidad que existe en el mundo -según el Fondo Mundial para la Vida Silvestre, 2007- está confinado en 12 países, entre los que se encuentra México. Sin embargo, no en todos los estados del país, se han desarrollado estudios tendientes a conocer la diversidad biológica de los diferentes grupos de organismos. En el territorio del estado de Durango se han estudiado algunos grupos de insectos de interés particular y en ciertas zonas como la Reserva de la Biosfera en "La Michilía" (Morón y Deloya 1991; Anduaga, 2009, Cabrero-Sañudo *et al*., 2007). Si bien, se tienen estudios específicos para otros grupos de insectos como (Hymenoptera: Cynipidae) (Pujade-Villar *et al*., 2009). Actualmente existe poca información correspondiente a los bosques de pino-encino o encino-pino del estado de Durango, por lo que es importante continuar con trabajos de colecta para el conocimiento de la biodiversidad de insectos en esta zona del estado, para obtener información básica de un mayor número de sitios representativos de este tipo de vegetación para el estado de Durango. La diversidad biológica puede medirse de dos maneras: 1) Comparación en el espacio; a través de la selección de aspectos de la biodiversidad en un sitio, zona o región y puede ser comparada con la de sitios vecinos, áreas o regiones y 2) comparación en el tiempo. Monitoreo de aspectos seleccionados de la biodiversidad durante períodos de tiempo o antes y después de un impacto, esto permite una evaluación de la sucesión natural, los cambios ambientales, o después de ciertas acciones específicas (Duelli, 1997). Por lo que el objetivo planteado en el presente trabajo fue el de contribuir al conocimiento de la diversidad de insectos en bosque de pino-encino en el estado de Durango.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó dentro del proyecto desarrollado por el CIIDIR-Durango, "Biodiversidad de artrópodos de los Valles del Guadiana, Poanas y El Mezquital". En la localidad "El Soldado", del Municipio de Durango, con una altitud de 2480 msnm y en las siguientes coordenadas:

Latitud 23.92841 y Longitud 104.93208, correspondiente a un tipo de vegetación de Bosque de encino-pino. Trabajo de gabinete: Se consultaron mapas topográficos o cartas de INEGI y con la ayuda de GIS, para obtener información de los tipos de vegetación en áreas de estudio, se ubicó el sitio para colecta de insectos. Trabajo de campo: Se realizaron colectas de insectos en el mes de agosto de los años 2011 y 2012, se realizaron 150 redeos con de red aérea, posteriormente los insectos de colocaron en viales con alcohol al 70%, para su conservación y posterior traslado al Laboratorio de Entomología del CIIIR-Unidad Durango, donde se separaron por Ordenes y se realizó el conteo del número de ejemplares correspondientes a cada Orden, de acuerdo con bibliografía adecuada (Borror, 1989 y Arnett, 1985).

Análisis de resultados. Se determinaron los índices de Dominancia de Simpson, diversidad de Shanon, de Berger-Parker para determinar la diversidad biológica de insectos de los órdenes en estudio, con el programa Past.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se muestran de manera esquemática los principales Órdenes de insectos colectados por medio de red aérea durante los años 2011-2012, en donde se muestra que los Ordenes de insectos que presentaron mayor número de insectos capturados por este método correspondió a Collembola, para el año 2011, mientras que para el 2012, el mayor número de individuos correspondió a Diptera.

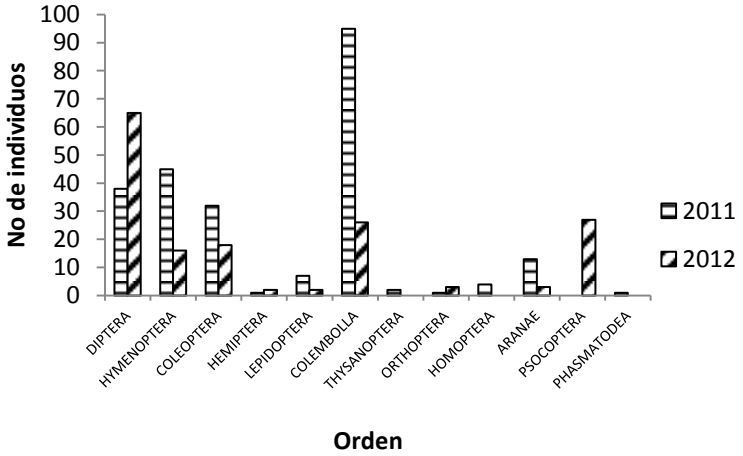


Figura 1. Principales Órdenes de insectos colectados por medio de red aérea durante los años 2011-2012, en “El Soldado”, Mpio. de Durango, Dgo.

El dendograma de la Figura 2 muestra en inicio dos grupos conformado por Colembolla y los demás ordenes restantes de los años 2011-2012, en este segundo grupo de ordenes se forman otros dos grupos conformado por Diptera y los restantes grupos de ordenes los cuales enmarcan otros dos grupos conformado el primero por Hymenoptera y Coleoptera, el segundo por Hemiptera, Orthoptera, Thysanoptera, Phasmatodea, Homoptera, Lepidoptera, Aranae y Psocoptera.

Análisis de agrupamiento

Se realizó un análisis de agrupamiento por órdenes de insectos

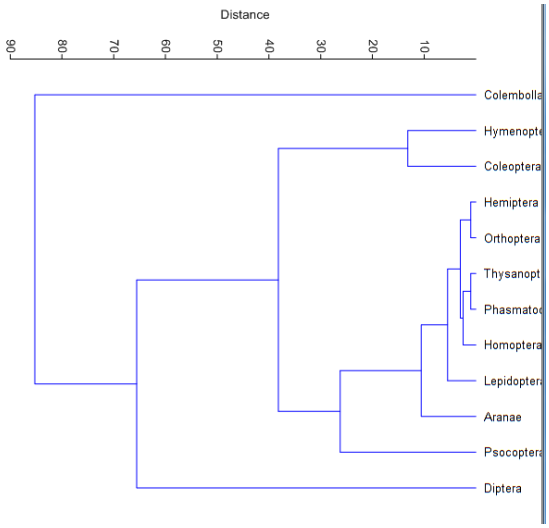


Figura 2. Dendrograma de órdenes de insectos del sitio El Soldado en los años 2011-2012 con la distancia Euclidiana y el método de Ward.

Riqueza

Los índices de riqueza muestran que existe un mayor índice de riqueza en el año 2011 comparado con el 2012 (Cuadro1). El índice de Margalef (D=S-1/Ln(N)) muestra valores de 1.826 y 1.572.Tanto en el año 2011 como 2012 hubo muy baja Biodiversidad en el sitio El Soldado ya que valores inferiores a 2 son considerados de baja biodiversidad. El índice de Simpson nos muestra la probabilidad de que los individuos tomados al azar sean del mismo orden y valores mayores de 0.5 muestran que existen órdenes dominantes, la tabla 1 muestra que el valor de 0.7591 en el año 2011 muestra dominancia por parte de Colembolla y 0.7624 del año 2012 muestra dominancia por parte del orden Diptera. El índice de Berger-Parker nos muestra valores de 0.3975 el cual es cercano a cero y manifiesta que hay más órdenes de insectos para el año 2011 en comparación con el 2012 el cual mostro un valor de 0.4012 esto nos indica que existen menos ordenes de insectos en comparación al 2011.

Cuadro 1. Índices de riqueza, dominancia y homogeneidad para insectos de bosque de pino-encino en el estado de Durango.

		2011	2012
Riqueza	Taxa_S	11	9
	Individuos	239	162
	Margalef	1.826	1.572
Dominancia	Simpson_1-D	0.7591	0.7624
	Berger-Parker	0.3975	0.4012
Homogeneidad	Shannon_H	1.682	1.688

Equidad

El índice de equidad de Shannon-Wiener mide el grado de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar, el ln (s) es de 2.39 para el año 2011 y de 2.19 para el año 2012, y los valores del índice de Shannon-Wiener son 1.682 para el año 2011 y 1.688 para el año 2012 la cual es baja con respecto a ln (S) pero diferentes de cero y esto refleja la dominancia del orden Colembolla en el 2012 y de Diptera en el 2011.

CONCLUSIONES

La mayor cantidad de insectos en bosque de pino-encino correspondió al Orden Collembola, para el año 2011, mientras que en el 2012, el mayor número de individuos correspondió al Orden Diptera. Estos mismos órdenes de insectos mostraron los valores de dominancia para cada año respectivamente; en el año 2011 se presentó mayor número de órdenes de insectos con respecto al año 2012, esto como una consecuencia de sequía prolongada en el 2012, en el estado de Durango.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo forma parte de los proyectos de investigación clave: 20151316 de la SIP-IPN.

BIBLIOGRAFÍA

Anduaga, 2009. Escarabajos coprófagos (Coleoptera Scarabaeoidea) asociados a hongos en la sierra madre occidental, Durango, México: con una compilación de las especies micetofagas. Acta Zool. Mex (n.s), 80: 119-130.

Arnett, R. H. 1985. American Insects Handbook of the insects of American North of Mexico. Ed. Van Nostrand Reinhold Company New York. 850 pp.

Badii, M. H., A. E. Flores, H. Bravo, R. Foroughbakch y H. Quiroz. 2000. Diversidad, Estabilidad y Desarrollo Sostenible. In: Fundamentos y Perspectivas del Control Biológico. (Eds. M. H. Badii; A. E. Flores y L. J. Galán W.) Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 378-402.

Borror D. J: Ch. A. Triplehorn, y N. F. Johnson. 1989. An introduction to the study of insects. Sixth Ed. Saunders College Publishing. 875 p.

Cabrero-Sañudo, F. J.; M. Dellacasa, I. Martínez M. y G. Dellacasa 2007. Estado actual del conocimiento de los Aphodiinae mexicanos (Coleoptera: Scarabaeoidea: Aphodiidae) *In*: Escarabajos, diversidad y conservación biológica. Ensayos en homenaje a Gonzalo Halffter Editores: Mario Zunino & Antonio Melic. Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.) Monografías 3ercer Milenio M3M, vol. 7 pp: 69 − 92.

Duelli, 1997. Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: An approach at two different scales. Agriculture, Ecosystems and Environment 62; 81-91.

Morón, M. A. y C. Deloya. 1991. Los coleópteros lamelicornios de la reserva de la biosfera "La Michilía", Durango, México. Folia Entomológica Mexicana 81: 209-283.

Pujade-Villar, J., A. Equihua- Martínez, E. G. Estrada- Venegas y C. Chagoyán- García. 2009. Estado del Conocimiento de los Cynipini (Hymenoptera: Cynipidae) en México: Perspectivas de Estudio. Neotropical Entomology. 38(6): 809-821.

COMPARATIVO DE TRATAMIENTOS COMERCIALES PARA EL CONTROL DE *Varroa destructor*

Gerardo Pérez-Santiago, Martha Celina González Güereca y Alejandro Corral Sánchez

CIIDIR-Unidad Durango. Sigma 119. Fracc. 20 de Nov. II, Durango, 34220 México.*Becario COFAA.
Correo e: gperezs@yahoo.com

INTRODUCCIÓN

La varroasis es una parasitosis externa causada por el ácaro *Varroa destructor* (Anderson y Trueman, 2000) que afecta a las abejas *Apis mellifera*. El ácaro afecta a las abejas succionando hemolinfa y actúa como vector de agentes patógenos que incluyen bacterias, virus y hongos, que son agentes de diversas enfermedades (Ball 1994). Los daños que la varroa causa, no solo se observan en la colonia, sino también sobre la actividad apícola ya que desciende la productividad y se incrementan los costos de producción debido al uso de tratamientos químicos para su control. El uso indiscriminado de estos tratamientos químico sintéticos ha ocasionado al paso del tiempo, que el acaro genere resistencia hacia ellos (Vandame *et al*., 2002). Por lo cual se considera a *V. destructor* como el principal problema sanitario que enfrenta la apicultura de México y el mundo (Molina y Guzmán 1990). Una alternativa de tratamiento sin efectos ambientales negativos para las colonias de abejas está constituida por productos de origen natural, entre ellos los cuales destacan los aceites esenciales y los ácidos orgánicos (Elzen *et al*., 2004; Espinosa y Guzmán, 2007). Por ello, es importante encontrar soluciones razonables que se encaminen a la implementación de alternativas de control basadas en la utilización de productos de origen natural que presenten eficacia contra el ácaro. El timol es un aceite esencial y hoy en día, existen evidencias de su potencial como producto utilizado para contrarrestar las infestaciones de *V. destructor* en las colonias de abejas melíferas (May Itzá 2003). Sin embargo, hacen falta más estudios y pruebas sobre todo a nivel de campo, que indiquen la efectividad del timol para el control de la varroasis. Adicionalmente, existen alternativas como el empleo de ácidos orgánicos entre ellos el ácido fórmico y el ácido oxálico, que son compuestos químicos orgánicos, se encuentra presente en la naturaleza en frutas, en algunas plantas y hasta la miel contiene pequeñas cantidades de este ácido (Vicario y Molina 1999). Es decir, es un compuesto que al utilizarlo contra varroa y por ser degradable, no contamine la miel. Actualmente, existen disponibles formulaciones en el mercado y otras que se siguen adecuado en diversos medios y/o soportes como geles, insertos de PVC; entre ellos los aceites esenciales se han formulado solos o en combinación en países de Europa sobre todo en lugares como Suiza, Francia y Alemania, con buena eficacia contra varroa. En el caso del

ácido oxálico, se dispone de dos formas de aplicación, una en forma de aspersión y la otra en forma de jarabe o mezcla de agua con azúcar. Los resultados han sido buenos, debido a que se hace el tratamiento en épocas de invierno, que es el momento justo en el que la reina no se encuentra poniendo huevecillos, debido a las bajas temperaturas. Con este tipo de tratamientos se asegura eliminar cerca de 99% de la población de varroa (Vandame 2002). En México, el fenómeno de invernación de las colonias no se produce, ya que existe cría todo el año o esta disminuye, aun cuando no se suspende, esta diferencia hace que el control de varroa no sea solo de una vez al año sino que se tiene que tratar por lo menos dos veces al año. Por lo que el objetivo del presente trabajo consistió en probar en condiciones de campo en tres regiones apícolas del estado de Durango, los principales tratamientos comerciales que se dispone para el control de *Varroa destructor*, durante la época de hibernación de las abejas melíferas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó de enero a marzo de 2015 en el estado de Durango, los trabajos se realizaron en los municipios de Nuevo Ideal, Nombre de Dios y Durango; en apiarios de apicultores cooperantes; se seleccionaron inicialmente de 10 y/o 12 colmenas por sitio, para realizar un muestreo previo y poder diagnosticar y estimar la población de varroas presentes en colmenas de acuerdo al método propuesto por Robaux (1987), para lo cual se emplearon charolas metálicas, las cuales se colocaron en el piso de la colmena, a través de las piqueras, las cuales se dejaron por un periodo de ocho días, para estimar el promedio de caída diaria de varroas. Una vez realizado el conteo previo de varroa en las charolas, se continuó con la elaboración de los tratamientos a utilizar los cuales fueron, tratamiento 1 (testigo), tratamiento 2 (aceite de orégano), tratamiento 3 (timol) y tratamiento 4 (ácido oxálico). El tratamiento 1, consistió en colmenas sin ningún tratamiento, para observar caída y muerte natural de las varroas en las colmenas en estudio. El tratamiento 2, consistió en el empleo de aceite de orégano como sugiere Ahn, *et al*.1998, y González (1998); el cual fue obtenido por arrastre de vapor y preparado al 3% con aceite vegetal como vehículo y colocado sobre paño absorbente, se colocaron dos piezas sobre los cabezales de los cuadros en la cámara de cría; de acuerdo a experiencias previas en condiciones de laboratorio y pruebas de campo por los autores (Pérez *et al*. 2008). El tratamiento 3 consistió en timol comercial para lo cual se diluyeron 4 g de timol en 4 mL de alcohol por colmena los cuales se aplicaron en un cuadro de vermiculita (1 x 4 x 6 cm), se colocaron dos cuadros con el formulado por colmena, puestos a cada orilla sobre los cabezales. El tratamiento 4 consistió en ácido oxálico, para lo cual se diluyeron 2.5 g. de ácido oxálico con 25 mL de jarabe de azúcar preparado en proporción 1:1, dicho jarabe se aplicó

sobre los cabezales de la colmena. Los tratamientos se aplicaron al en tres ocasiones con intervalos de 8 días. Al momento del inicio de los tratamientos se introdujeron las charolas metálicas para la colecta de varroas muertas en cada tratamiento y retiraron en cada periodo de repetición para estimar el total de varroas muertas y promedio por día de cada tratamiento.

Posterior a la aplicación de los tratamientos se aplicaron dos tiras de fluvalinato (Apistan®), por colmena para eliminar el resto de población de varroas que permanecían en las colmenas y contrastar los tratamientos probados contra el control químico a base de este producto. El tratamiento de fluvalinato fue puesto y retirado de las colmenas después de un periodo de 14 a 20 días. Los resultados de los tratamientos se compararon a través de un análisis de varianza y prueba de Tukey con (α=0.05), con el programa SAS (SAS Institute Versión 9).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestran los resultados obtenidos en los diferentes apiarios donde se estableció el trabajo, en la primera columna se muestran los diferentes tratamientos, donde el tratamiento 1 correspondió a las colmenas testigo, en la segunda columna se muestran los valores promedio de caída diaria de varroas. La tercera columna muestra la caída total de varroas correspondiente al efecto del tratamiento durante las tres aplicaciones durante el periodo de estudio, la cuarta columna corresponde a la cantidad de varroas que permanecieron en la colmena y fueros muertas por el tratamiento químico a base del fluvalinato, en la quinta columna se muestran el total de varroas muertas por ambos tratamientos en cada caso; el tratamiento a probar más el tratamiento a base de fluvalinato y en la columna seis se muestra la efectividad de cada tratamiento con respecto al tratamiento a base de fluvalinato, expresado en porcentaje.

En todos los casos en las diferentes áreas de estudio las colmenas del tratamiento testigo, mostraron valores del 32 al 68% de mortalidad de varroas, considerada esta como mortalidad natural, es decir ya que en estas colmenas no se aplicó producto alguno la mortalidad correspondió a muerte natural, propia del ciclo de vida de las varroas.

Cuadro 1. Caída de varroas en los diferentes tratamientos y en diferentes localidades del estado de Durango,

Tratamiento	Conteo inicial de varroas	Total tratamientos	fluvalinato	Total 2 tratamientos	Efectividad tratamientos (%)
Localidad Felipe Ángeles, Mpio. Durango					
1	32	98	20	118	68c
2	80	505	1000	1505	49cd
3	127	441	67	508	86b
4	33	729	80	809	91a
Localidad Aeropuerto, Mpio. Durango					
1	7	14	35	49	32c
2	60	188	217	405	60b
3	14	191	140	331	58b
4	11	333	14	347	95a
Localidad Carretas, Mpio. Nombre de Dios					
1	12	42	63	105	49b
2	60	81	140	221	43b
3	53	221	107	328	68b
4	23	573	42	615	91a
Localidad Santo Domingo, Mpio. Nuevo Ideal					
1	13	87	150	237	37bc
2	110	252	190	442	54b
3	107	140	120	260	54b
4	30	1323	80	1403	93a

(Tukey; α=0.05) Símbolos iguales no son estadísticamente diferentes

Para el tratamiento 2 a base de aceites, los porcentajes de mortalidad variaron del 43 al 54%, resultados similares habían sido reportados previamente en otras investigaciones (Pérez *et al.,* 2008) aplicados en emulsión de aceite: agua-alcohol, en trabajo anterior se postuló que el vehículo debería cambiarse para ocasionar una liberación más lenta de las moléculas responsable del efecto letal sobre las varroas y con ello dar un periodo de mayor efecto en el interior de las colmenas, en investigaciones de otros autores (Colin *et al*., 1994) sugieren el empleo simultáneo de otros productos de origen natural o de aceites en la búsqueda de un efecto sinérgico letal o subletal para las varroas; este tratamiento se eligió dado que el aceite de orégano es un aceite de origen natural dentro de sus componentes principales es el timol cuya concentración varía alrededor del 37% en aceites del estado de Durango, representa un recurso abundante y en la búsqueda de dar uso alternativo a los productos de origen natural y en la disminución al empleo de productos de origen sintético que pueden causar lugar a la resistencia

(Lodesani *et al*., 1995). Otra alternativa para el incremento en el porcentaje de mortalidad de varroa en las colmenas puede ser el incremento en la concentración de aceite de orégano en la mezcla que se aplique a las colonias de abejas como han realizado en Israel Gal *et al*., (1992); con las reservas del caso pues una alta concentración puede afectar el comportamiento de las y/o ocasionar algún daño a las abejas o a los productos de la colmena. El tercer tratamiento del presente estudio lo constituyó el empleo de cristales de timol y fue similar estadísticamente al tratamiento de aceite de orégano, con este tratamiento se encontraron porcentajes de efectividad del 54 al 86% y representó el segundo lugar de efectividad en las regiones apícolas exploradas del estado de Durango. Esta molécula presente en la naturaleza, se ha documentado su empleo en regiones apícolas del centro y sur del país, asimismo se ha sugerido la realización de pruebas adicionales en diversas regiones apícolas del país (May Itzá, 2003; Espinosa y Guzmán 2007). El cuatro tratamiento a base de ácido oxálico fue el que mostró mejores resultados con valores de efectividad superiores al 90% y estadísticamente superiores a los anteriores tratamientos en todos los casos, los resultados son similares a los reportados por Vandame (2002); una observación del presente trabajo es que las abejas no eliminaron totalmente el producto aplicado sobre los cabezales, lo cual puede representar una posible fuente de contaminación.

CONCLUSIONES

El mejor tratamiento para el control de varroa del presente estudio lo representó el ácido oxálico, en segundo lugar se ubicó el tratamiento de timol; estos tratamientos representan una buena opción para el control de varroa para las regiones apícolas del estado de Durango donde se trabajó; siempre y cuando los productores apliquen las dosis y frecuencias que los fabricantes recomiendan de los productos; para no caer en desorden y anarquía en uso de productos y/o posible casos de desarrollo de resistencia.

Para el caso del aceite de orégano, es recomendable probar con otras concentraciones y otros vehículos que puedan ofrecer un mayor tiempo de exposición del producto para incrementar su efectividad.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo forma parte del proyecto de investigación clave: **20141261 de la SIP- IPN**.

BIBLIOGRAFÍA

Ahn, Y, S B Lee, G H Kim. 1998. Insectidal and acaricidal activity of Carvacrol and α-Thujaplicine derived from *Thujopsis dolobrata* var. hondai Sawdust. *Journal of Chemical Ecology*. 24: 81-90.

Ball BV.1994. Host-parasite pathogens interactions. In: Mathenson A, editors. New perspectives on varroa. Cardiff UK: International Bee Research Association Press: 5-11

Colin, ME; F. Ciavarella; G. Otero-Colina; L.P. Belzunces. 1994. A method for characterizing the biological activity of essential oils against *Varroa jacobsoni*. *In*: New perspectives on Varroa. Matheson, A. (ed). International Bee Research Association, Cardiff, UK: 109-114.

Elzen PJ, Westervelt D, Lucas R. 2004.Formic acid treatment for control of Varroa destructor (Mesostigmata: Varroidae) and safety to Apis mellifera (Hymenoptera: Apidae) under Southern United Sates conditions. Journal of Economic Entomology. 97(5):1509-1512

Espinosa, M.L.G; Guzmán N. E. 2007. Eficacia de dos acaricidas naturales, ácido fórmico y timol, para el control del ácaro Varroa destructor de las abejas *Apis mellifera* en Villa Guerrero, Estado de México. Vet. Mex. 38(1): 9-19.

Gal, H, Y Slabezki, and Lenski (1992). A preliminary report on the effect of origanum oil and thymol applications in honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies in a subtropical climate on population levels of *Varroa jacobsoni*. Bee Science 2(4): 175-180.

González, S E (1998). Aceites esenciales para el control de ácaros. Apitec 11: 18.

Lodesani, M.; M. Colombo, M Spreafico.1995. Ineffectiveness of Apistan treatment against the mite *Varroa jacobsoni* Oud in several districts of Lombardy (Italy). Apidologie. :26 (1):67-72.

May Itzá WJ, Olivares JCM, Vaca GD, Euan JQ. 2003. Control del ácaro. Varroa destructor con un gel a base de timol, en colonias de abejas africanizadas Apis mellifera bajo condiciones de clima tropical en Yucatán México. Memorias del Seminario Americano de Apicultura, Aguascalientes México:

Medellin P. R., Espinoza M. A. y Correa B. A. 2011. Utilización del timol en gel para el control del ácaro (*Varroa destructor*) en colonias de abejas del altiplano. Apitec 88: pp. 24-28.

Molina P. A. y Guzmán N. E, 1990. Patología apícola. Ed. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. San Salvador, El Salvador: pp. 147.

Pérez G. S., González G. C. y Loera C. J. 2008. Empleo de aceite de orégano (*Lippia graveolens*) para el control de *Varroa destructor* (*Gamasida: Varroidae*) parasito de las abejas. Apitec Mex, 68: pp. 14-21.

Robaux, P. 1987. Varroasis: ¿A partir de que umbral debemos tratarla? Vida Apícola 31: 42-44. España.

Vicario ME, Medina ML. 1999. Uso de del ácido fórmico y timol en el control del ácaro *Varroa jacobsoni* en Yucatán, México. Memorias del XIII Seminario Americano de Apicultura. Morelia Michoacán México 1999.

Vandame, R.; S, Morand; M. Colin, L. P. Belzunces 2002. Parasitism in the social bee apis mellifera: quantifying costs and benefits of behavioral resistance to varroa destructor mites. Apidologue. 33: 433–445.

PRINCIPALES ENFERMEDADES DE LA SANDÍA [*Citrullus lanatus* (Thunb) Mansef] EN LA COMARCA LAGUNERA

Yasmin Ileana Chew-Madinaveitia[1], Arturo Gaytán-Mascorro[1], Pedro Cano-Ríos[2] y Blanca Pérez-Pérez[3]

[1]INIFAP-Campo Experimental La Laguna. Blvd. José Santos Valdez No. 1200 Pte. Col. Centro. Matamoros, Coah. CP 27440., [2] Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna. Periférico Raúl López Sánchez s/n. Col. Valle Verde. Torreón, Coah. CP 27059. [3]Tesista UAAANarro-Unidad Laguna. Correspondencia: chew.yazmin@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En México, la sandía es uno de los principales cultivos hortícolas con una superficie que fluctúa en las 35,000 ha y un valor de producción de $2,602,951 (SIAP, 2014). En el año 2003, México fue de los principales países exportadores de sandía en el mundo, siendo Estados Unidos de América el principal destino de su exportación con 242 mil toneladas (Canales y Sánchez, 2003; Espinoza *et al*., 2006).

En la Comarca Lagunera, la sandía es el tercer cultivo hortícola con una superficie que fluctúa entre las 1,000 y 2,000 ha; en el año 2014 se establecieron 1,060 ha con una producción de 46,424 t y un valor de la producción de $67,314,655 (SAGARPA, 2014).

Este cultivo además, tiene un papel importante en el aspecto social, ya que es una fuente de empleo durante prácticamente todo el año, desde la preparación del terreno hasta la cosecha. En la región, se estima que se requieren un promedio de 114 jornales por hectárea por año, sin incluir las actividades de postcosecha como el acarreo, clasificación, empaque y distribución. Los principales municipios productores de sandía en la región son Matamoros, Coah., San Pedro, Coah., Tlahualilo, Dgo., y Viesca, Coah. (Espinoza *et al*., 2006). En lo referente a los factores que afectan al cultivo, se encuentran las plagas y enfermedades que pueden ser limitantes en su producción, afectando también la calidad del fruto y restringiendo áreas de cultivo en algunas regiones del país, debido a las pérdidas que ocasionan. Debido a esto y a la importancia del cultivo en la región, el objetivo de este trabajo fue determinar las principales enfermedades del cultivo de sandía, bajo las condiciones de la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y METODOS

Se seleccionaron tres huertas de sandía en el área agrícola de Matamoros, Coah. La fecha de siembra dos ellas fue el 20 de enero y otra del 20 de febrero del ciclo agrícola 2009. En las huertas se realizaron muestreos periódicos en donde se seleccionaban al azar 100 plantas para determinar la incidencia y severidad de las enfermedades encontradas. La severidad se calculó

en base a una escala visual arbitraria del 0 al 4, donde 0 = planta sana; 1 = 1-25% del follaje con síntomas; 2 = 26-50% del follaje con síntomas; 3 = 51-75% del follaje con síntomas y 4 = 76-100% del follaje con presencia de síntomas o planta muerta. En los muestreos se tomó tejido vegetal (follaje, tallo, raíz) con síntomas de enfermedades (lesiones, marchitez), y se colocó en bolsas etiquetadas. Las muestras se transportaron en una hielera para ser procesadas en el laboratorio de fitopatología del INIFAP-Campo Experimental La Laguna. Las muestras sospechosas de enfermedades fungosas se observaron al microscopio estereoscópico y/o compuesto, para determinar la presencia de la estructura característica de los hongos (conidio y micelio), colocándose parte del tejido infectado en cámara húmeda (temperatura ambiente) y en medio de cultivo papa-dextrosa-agar (PDA) incubándose a una temperatura de 27ºC durante una semana para observar su crecimiento. Para la identificación de las enfermedades ocasionadas por hongos se utilizaron las claves taxonómicas propuestas por Barnett y Hunter (1972).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las tres huertas de sandía se identificaron las siguientes enfermedades en base a los síntomas y a las estructuras de los hongos en el tejido afectado y/o en el medio de cultivo:

1) *Damping off* o ahogamiento, en donde se encontraron asociados los hongos *Rhizoctonia solani*, y *Fusarium* spp. Estos fitopatógenos causan muerte pre y postemergente, ocasionando una disminución de la población de plantas. Su daño se detecta en las primeras etapas de desarrollo de la planta y se caracteriza por un estrangulamiento del tallo a la altura del cuello

2) Marchitez (*Fusarium oxysporum*). Los primeros síntomas se presentan en las hojas basales (amarillamiento), avanzando progresivamente por las guías. Las plantas se marchitan, primero unas guías y después toda la planta. Los haces vasculares se necrosan y la planta puede morir o en su defecto no desarrollarse normalmente, afectando en consecuencia el rendimiento (Chew y Jiménez, 2002; García *et al*., 2002; Martyn, 1998).

3) Tizón foliar (*Alternaria cucumerina*). Las lesiones inician en las hojas basales, las cuales presentan manchas de color café con un halo clorótico. En las manchas se observan anillos concéntricos, característicos de ésta enfermedad. En casos severos, las manchas van creciendo, causando defoliación, afectando la producción y calidad del fruto al quedar expuestos al sol (golpe de sol) (García *et al*., 2002; Thomas, 1998).

La incidencia y severidad de las enfermedades detectadas varió en cada huerta (Cuadro 1). De las tres enfermedades, el tizón foliar fue el que tuvo mayor incidencia y severidad, encontrando en una huerta valores de 85% de incidencia y severidad de 2.2 (26-60% del follaje dañado). En

menor grado se detectaron el ahogamiento o *damping-off* y la marchitez, sin causar un daño significativo. La marchitez solamente se presentó en dos de las tres huertas muestreadas. Las enfermedades son dinámicas, por lo que la presencia y daño de las enfermedades encontradas, pueden variar dependiendo de las condiciones de clima y manejo del cultivo, así como la detección de otras enfermedades que no se han encontrado en éste estudio; por lo que es oportuno realizar monitoreos y muestreos periódicamente para identificar en sus inicios a las enfermedades e implementar medidas para su manejo.

Cuadro 1. Incidencia y severidad de las principales enfermedades detectadas en el cultivo de sandía en la Región Lagunera. INIFAP-CELALA.

ENFERMEDAD	**INCIDENCIA (%)**		**SEVERIDAD †**	
	RANGO	**PROMEDIO**	**RANGO**	**PROMEDIO**
Damping-off o Ahogamiento	1 - 5	3.0	0.04 – 0.12	0.25
Marchitez	1 - 7	4	0.01 0.12	0.06
Tizón foliar	83 – 85	84.3	1.5 – 2.2	1.9

† Severidad: 0= planta sana; 1= 1-25% del follaje con síntomas; 2= 26-50% del follaje con síntomas; 3= 51-75% del follaje con síntomas y 4= 76-100% del follaje con presencia de síntomas o planta muerta

Para el manejo de estas enfermedades y prevenir daños, se requiere que los productores y/o técnicos muestreen de manera frecuente las huertas para detectar los primeros síntomas de las enfermedades, aunado a las condiciones de clima que favorecen el desarrollo de las mismas, y realizar aplicaciones preventivas o en su caso curativas de productos químicos u orgánicos. La elección y origen de la semilla es otro factor importante, ya que algunas enfermedades se transmiten por éste medio. Del mismo modo, el riego y la fertilización adecuados permiten tener plantas en condiciones que toleren el ataque de plagas y enfermedades. Es también de ayuda destruir o eliminar los residuos de las plantas al término de la cosecha, para evitar que el inóculo de las enfermedades se incremente y ocasionen daños cada vez más severos en el cultivo.

CONCLUSIONES

- Las principales enfermedades que se detectaron en el cultivo de la sandía en la Región Lagunera fueron: *Damping-off* o ahogamiento, Marchitez y Tizón foliar.
- La incidencia y severidad de las enfermedades variaron en las huertas muestreadas.
- El Tizón foliar, fue la enfermedad que se encontró con mayor incidencia y causando más daño en las huertas muestreadas.

BIBLIOGRAFÍA

Barrnet, H.L. and B.B. Hunter. 1972. Illustred genera of imperfect fungi. Burgess Publishing Company. Third edition. USA. 241 p.

Canales, C., R. y J.A. Sánchez B. 2003. Cadena agroalimentaria de sandía. Caracterización de los eslabones de la cadena e identificación de los problemas y demandas tecnológicas. INIFAP. COFUPRO. FUCOPRAM. Campeche, Camp. 103 p.

Chew M., Y. I., y F. Jiménez D. 2002. Enfermedades del melón, pp.161-193. En: J. J. Espinoza A (Ed) El melón. Tecnologías de producción y comercialización. INIFAP–CIRNOC–CELALA. Matamoros, Coahuila.

Espinoza, A., J.J, I. Orona C., J.G. Narro R., y M. de J. León R. 2006. Aspectos sobre producción, organización de productores y comercialización del cultivo de la sandía en la Comarca Lagunera. Rev. Mex. de Agronegocios 10(19) 3-6.

García, A.V., F.D. Jiménez, y J. Armengol. 2002. Principales enfermedades fúngicas de la sandía, prevención y control. [En línea]. [España]. http://www.mapa.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_vrural/Vrural_2002_160_41_43.pdf [Fecha de consulta 10 agosto de 2009].

Martyn, R.D. 1998. Fusarium wilt of watermelon. Pp. 13-14. *In*: Compendium of cucurbit diseases. T.A. Zitter, D.L. Hopkins and C.E. Thomas (Eds). American Phytopathological Society. Second printing. St. Paul, Minnesota, USA.

SAGARPA. 2014. Resumen agrícola de la Región Lagunera durante 2014. *En*: Resumen 2014 Comarca lagunera. Edición especial. El Siglo de Torreón. Torreón, Coahuila.

SIAP. 2014. Producción anual. www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/ (Fecha consulta 31 julio 2015).

Thomas, C.E. 1998. Alternaria leaf bligth. Pp. 23-24. *In*: Compendium of cucurbit diseases. T.A. Zitter, D.L. Hopkins and C.E. Thomas (Eds). American Phytopathological Society. Second printing. St. Paul, Minnesota, USA.

ESPECIES DE CHRYSOPIDAE (INSECTA: NEUROPTERA), EN LOS PRINCIPALES CULTIVOS DE LA COMARCA LAGUNERA

Josué Manuel de la Cruz- Ramos[1], Verónica Ávila- Rodríguez[1], Urbano Nava- Camberos[2] María Guadalupe Torres-Delgado[1] y Cándido Márquez Hernández[1]

[1]Facultad de Ciencias Biológicas, UJED, Gómez Palacio Dgo. [2]Facultad de Agricultura y Zootecnia, UJED, Ej. Venecia Dgo. josueramos1091@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Debido a la gran importancia social y económica la producción agrícola constituye un importante patrimonio para el país y la región, no solo por el valor de su producción, sino porque son generadores importantes y constante de fuentes de empleo durante todo el año, debido a la gran cantidad de mano de obra que se requiere desde la producción en el campo hasta la industrialización de los productos. En México de los cultivos de primavera-verano, se sembraron 33 mil 879 ha (SAGARPA *et al.,* 2014), en las que predomina el algodón (10 mil 292), sorgo grano (322), sorgo escobero (940), sorgo forrajero (10 mil 497), maíz grano (mil 150), maíz forraje (7 mil 804), melón (942), sandía (477), cacahuate (172), flores (10), hortalizas (49), frijol (880), tomate rojo (5), chile (329) y otros (10). En la Comarca Lagunera de Coahuila se sembraron 18 mil 490 ha de algodón. Para la Comarca Lagunera de Durango 15 mil 389 ha predominando maíz y sorgo forrajeros. Entre los perennes, la suma es de 9 mil 252 ha, que se reparten entre alfalfa (4 mil 580 ha), vid producción (10), nogal en desarrollo (mil 82), nogal en producción (3 mil 535), frutales (33) y otros (11). En este caso, son 2 mil 675 ha de Coahuila, principalmente de nogal, y 6 mil 577 de Durango, donde predomina la alfalfa, cuatro de los productos más importantes de la Región Lagunera son: melón, algodón, nuez y forrajes, entre ellos maíz y alfalfa. Algunos problemas que disminuyen la producción de estos cultivos son las plagas, por lo que los agricultores utilizan distintos métodos de control principalmente el uso de plaguicidas químicos sintéticos los cuales han contribuido al incremento de la producción agrícola, sin embargo, en la actualidad son muy evidentes los perjuicios que han provocado a los sistemas de producción pero aún no se han logrado establecer mecanismos eficientes que permitan el manejo de agentes nocivos en los agro ecosistemas (Vázquez *et al.,* 2003). Hoy en día el uso de insectos benéficos en la agricultura representa una gran opción para combatir las plagas ya que la principal ventaja del control biológico sobre el control químico está en la ausencia de residuos químicos sobre las partes comestibles de los cultivos, así mismo aminora el daño al medio ambiente por la falta de químicos persistentes y el uso de enemigos naturales para estas plagas (Nicholls *et al.,* 2008). Estos depredadores pueden pertenecer a los órdenes Coleoptera, Neuroptera, Hymenoptera (Valencia *et al.,* 2006). Del orden Neuroptera las larvas

de la familia Chrysopidae son considerados depredadores generalistas, se han reportado poblaciones naturales de crisopas en cultivos de papa, vid, melón, nogal, alimentándose de distintos insectos de cuerpo blando. Como las larvas son susceptibles a la deshidratación, deben contar con una fuente de humedad. Los adultos necesitan néctar, polen o mielecilla como alimento antes de poner sus huevos (Nicholls *et al.,* 2008). Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo es identificar las especies de crisópidos en los principales cultivos de la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio: La Comarca Lagunera está ubicada en el norte de México, integrada por cinco municipios del suroeste del estado de Coahuila y 10 del noreste del estado de Durango, el clima de esta zona es semidesértico con muy poca precipitación anual de 220 mm con una altitud media de 1100 msnm (Orona *et al.,* 2006). El presente estudio se realizó durante el 2015 en cinco diferentes cultivos de la región Lagunera, se muestrearon tres cultivos en la zona de Coahuila: Algodón en San Pedro, Melón en Matamoros, Maíz en Francisco y dos cultivos en Durango: Nogal en Gómez Palacio, Alfalfa en Lerdo.

Trabajo en campo: Se colectaron 50 adultos de crisopa por cultivo, dentro de los meses de marzo á agosto del mismo año, los ejemplares fueron colectados mediante redes entomológicas aéreas y de golpeo para posteriormente llevarlas al Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UJED.

Trabajo de laboratorio: Los especímenes recolectados fueron depositados en frascos y almacenados en un congelador a -70ºC para después ser identificados los especímenes mediante claves taxonómicas: Systematics of North American Chrysopid: *Chrysopa carnea* Group (Tauber *et al*.,1974), Diagnosis de las especies de chrysopidae (Neurotera) asociadas a frutales del centro y norte de México (Ramírez *et al*., 2007), Taxonomía y registros de Chrysopidae (Insecta: Neuroptera) En el Estado de Morelos, México (Valencia *et al.,* 2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las especies de crisópidos identificadas en el presente estudio fueron: *Chrysoperla rufilabris (*Burmeister)*, Chrysoperla carnea* (Stephens) y *Chrysoperla comanche (*Banks) y *Chrysopa nigricornis* (Stephens), las cuales fueron las más comunes en los distintos cultivos.

Especies de crisopas en el cultivo de nogal. En el cultivo de nogal la especie más abundante fue *C. comanche* con un 64%, seguida de *C. nigricornis* con 28% y *C. rufilabris con 8%* (Figura

1). Al respecto, Ávila *et al.* (2011), mencionan que los depredadores más abundantes en las huertas de nogal de la Comarca Lagunera fueron crisopas verdes, *C. comanche* y *C. externa*.

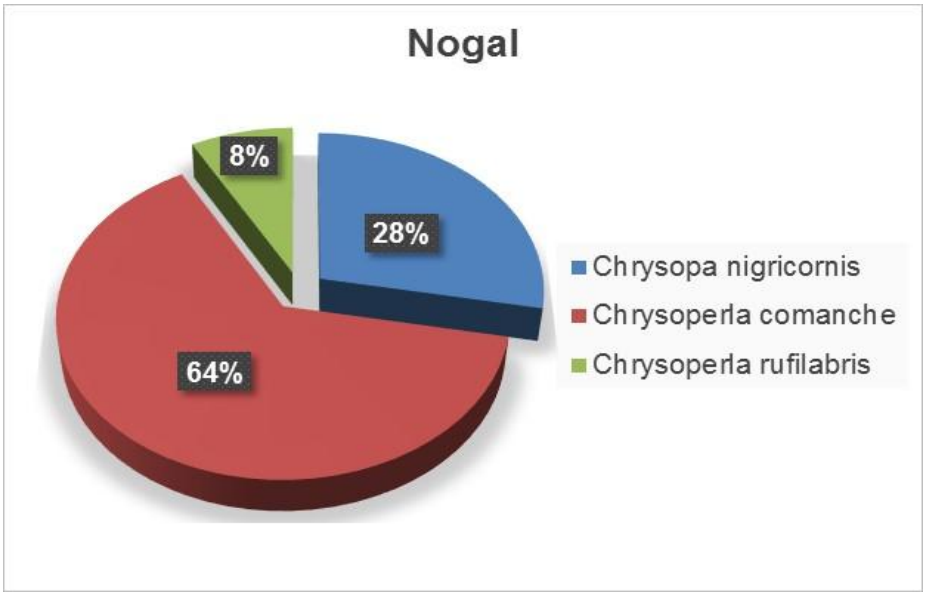


Figura 1. Composición de especies de crisopas en el cultivo de nogal, Comarca Lagunera, 2015.

Especies de crisopas en el cultivo de maíz. En el presente estudio las especies más abundantes en el cultivo de maíz fueron: *C. comanche* con un 82%, seguida de *C. rufilabris* y *C. carnea* con un 8% cada una y *C. nigricornis* con 2% (Figura 2).

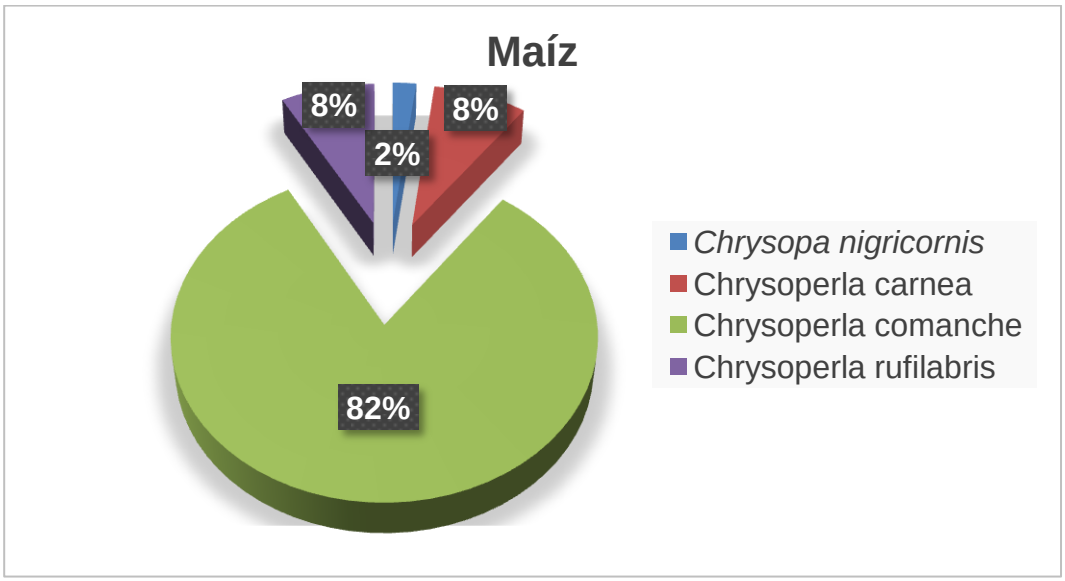


Figura 2. Composición de especies de crisopas en el cultivo de maíz, Comarca Lagunera, 2015.

Especies de crisopas en el cultivo de algodón. En el cultivo de algodón la especie más abundante fue *C. nigricornis* con un 42%, seguida de *C. carnea* con un 28%, *C. comanche* con 26% y *C. rufilabris* con 4% (Figura 3). Freitas y Penny (2001) mencionan que la especie *C. cincta* es un depredador de ninfas de mosquita blanca, áfidos, psílidos, escamas, ácaros entre otros y se encuentra presente en distintos cultivos como algodón, guayaba y maíz en el estado de Morelos. En ninguno de los dos cultivos se identificó la especie mencionada por el autor en el estado de Morelos.

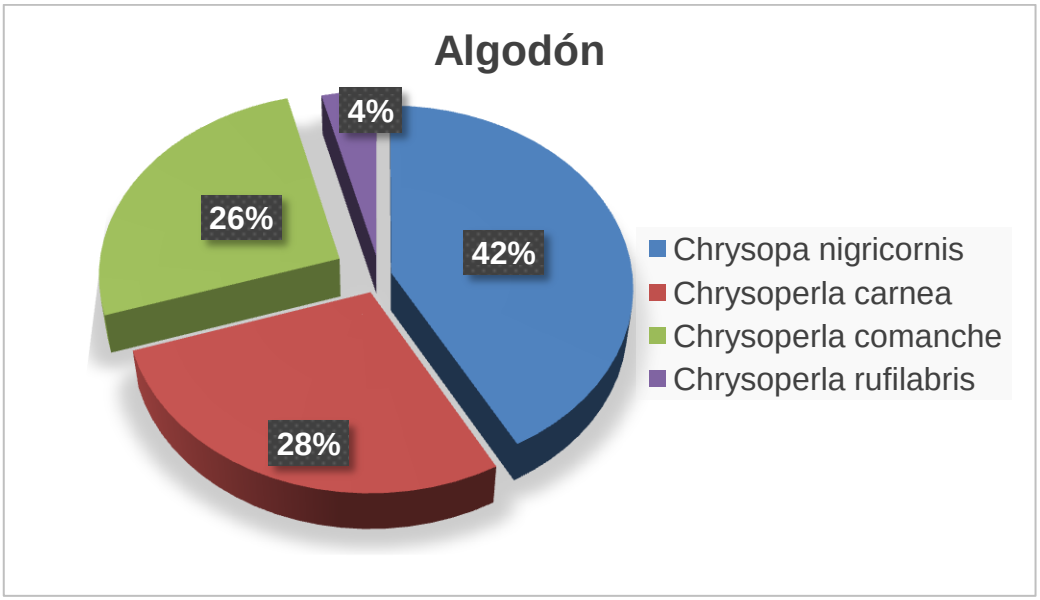


Figura 3. Composición de especies de crisopas en el cultivo de algodón, Comarca Lagunera, 2015.

Especies de crisopas en el cultivo del melón. Las especies identificadas en cultivo de melón fueron: *C. comanche* con 61.1%, *C. carnea* con un 36.1% y *C. rufilabis* con 2.8% (Figura 4). Ferrer y Trelles *(*2001) indican que la especie *C. externa* redujo el uso de plaguicidas aplicados al cultivo de pimentón y permitió un control casi absoluto de mosca blanca en melón en la Isla de Margarita. Sin embargo, en el presente estudio no se encontró la especie reportada por el autor en el cultivo de melón en la Comarca Lagunera.

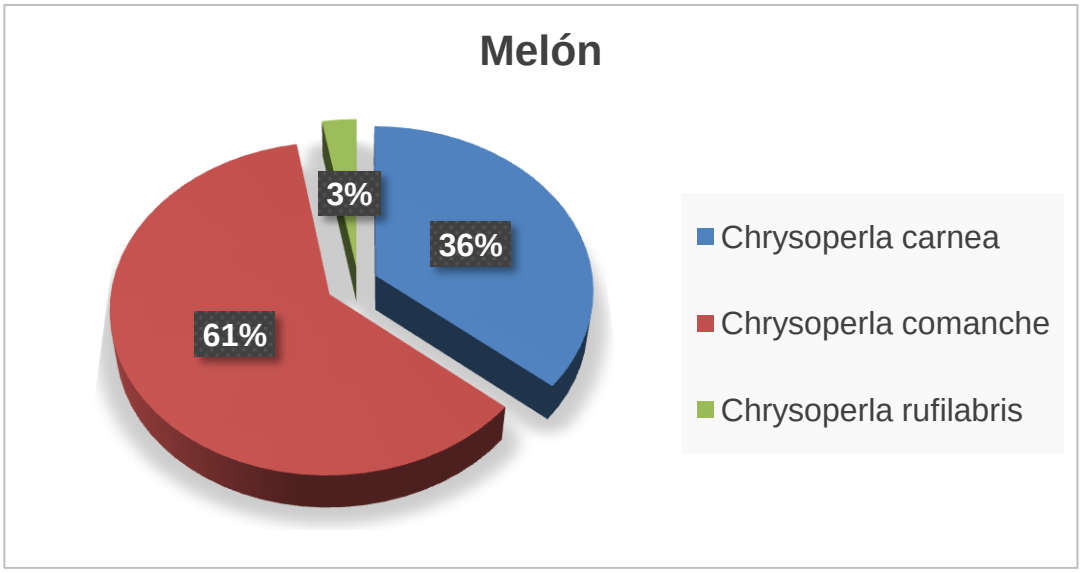


Figura 4. Composición de especies de crisopas en el cultivo del melón, Comarca Lagunera, 2015.

Especies de crisopas en el cultivo de la alfalfa. Las especies identificadas en el cultivo de la alfalfa en nuestra región fueron: *C. comanche* con 74%, *C. carnea* con 11%, *C. nigricornis* con 9% y *C. rufilabris* con 6% (Figura 5). Kristopher *et al.* (1999) mencionan que *C. rufilabris* tiene un efecto importante como enemigo natural sobre algunos insectos plaga en cultivo de alfalfa, nuestro estudio coincide con esta especie mencionada pero no como la más abundante.

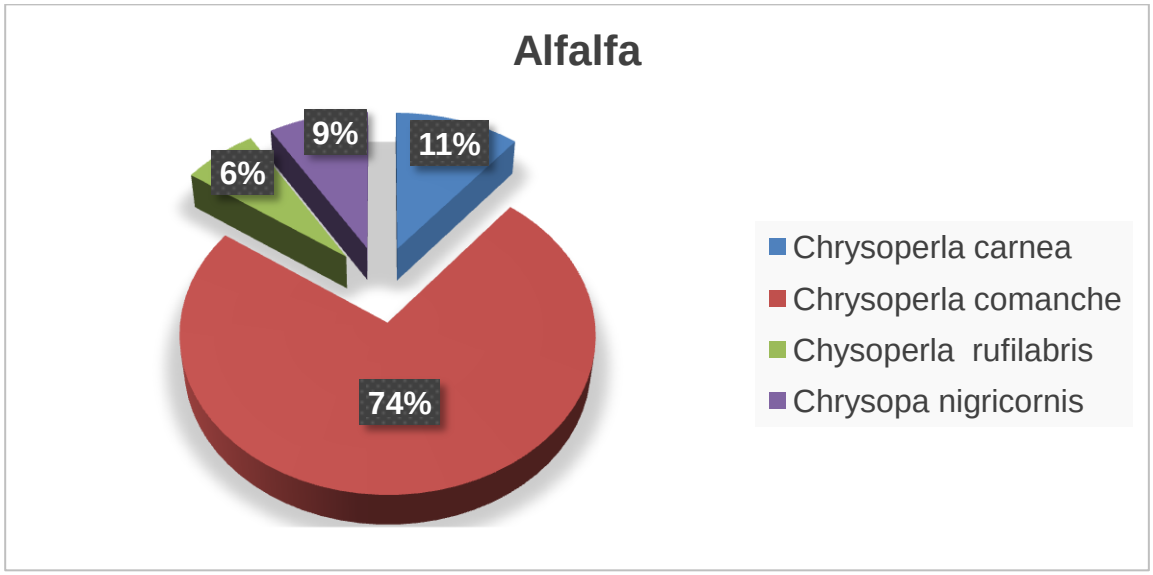


Figura 5. Composición de especies de crisopas en el cultivo de la alfalfa, Comarca Lagunera, 2015.

CONCLUSIONES

Se identificaron las siguientes cuatro especies de crisopas, en orden de mayor a menor importancia, en los principales cultivos de la Comarca Lagunera: *C. comanche*, *C. carnea*, *C. nigricornis* y *C. rufilabris*. La composición de especies vario en los diferentes cultivos. *Chrysoperla comanche* fue la especie más abundante en la mayoría de los cultivos de la región y la menos abundante fue *C. rufilabris*. En algodón la especie dominante fue *C. nigricornis*. *Chrysoperla carnea*, la única especie producida masivamente en la región y ampliamente utilizada, fue la segunda en abundancia; sin embargo no se encontró en el cultivo de nogal, donde comúnmente se libera. Por lo anterior, se infiere que la especie más adaptada y efectiva para el control biológico natural e inducido de insectos plaga es *C. comanche*. Por lo tanto, esta especie debería considerarse para su reproducción masiva en los laboratorios de cría de insectos de la Comarca Lagunera y para su liberación en la mayoría de los cultivos.

BIBLIOGRAFÍA

Ávila, R. V, Nava C. U y Gutiérrez A. A. 2011. Densidad poblacional de pulgones y sus insectos depredadores en huertas de nogal, en la Comarca Lagunera. XXXIV Congreso Nacional de Control Biológico, Monterrey, Nuevo León, México.

Ferrer, F. y A. Trelles. 2001. Utilización de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) dentro de los programas de manejo integrado de plagas en diversos cultivos. XVII Congreso Venezolano de Entomología. Sociedad Venezolana de Entomología. Maturín, Venezuela. p. 26.

Freitas, S. & N.D. Penny. 2001. The green lacewing (Neuroptera: Chrysopidae) of Brazilian agrocosistems. Proc. Calif. Acad. Sci. 52: 245-395.

Kristopher L. Giles. 1999. Survival and Development of *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae) Supplied with Pea Aphids (Homoptera: Aphididae) Reared on Alfalfa and Faba Bean Department of Entomology and Plant Pathology, Oklahoma State University, Stillwater, OK 74078–3033.

Nicholls, E.C.I. 2008. Control biológico de Insectos: Un enfoque agroecológico. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín Colombia. 282 pág.

Orona, I.; Espinoza, J.; González, G.; Murillo, B.; García, J. L.; Santamaría, J. 2006. Aspectos técnicos y socioeconómicos de la producción de nuez (*Carya illinoensis*) en la Comarca Lagunera, México. Agric. Téc. Méx. 32: 295–301.

Ramírez, D. M. 2007. Diagnosis de las especies de Chrysopidae (Neurotera) asociadas a frutales del centro y norte de México. En XXXV Congreso Nacional de Control Biológico. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla del 7 al 9 de noviembre.

SAGARPA. 2014. Plan de siembra para la región laguna SAGARPA 4-19 pp.

Tauber C., A. 1974. Systematics of North American Chrysopid Larvae: *Chrysopa carnea* Group (Neuroptera). Department of entomology, Cornell University, Ithaca New York.

Valencia, L. L. A. 2006. Taxonomía y registros de Chrysopidae (Insecta: Neuroptera) En el Estado de Morelos, México. Acta Zoológica Mexicana 22: 17-61.

Vázquez, L. 2003. Manejo Integrado de Plagas. Preguntas y respuestas para extensionistas. Ediciones INISAV (Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal). Ciudad de La Habana, Cuba: 566 pp.

IDENTIFICACIÓN MOLECULAR DE LA MOSQUITA BLANCA, *Bemisia tabaci,* MEDIANTE EL GEN 18s EN CULTIVOS DE IMPORTANCIA AGRÍCOLA, EN LA COMARCA LAGUNERA

Perla Belén Torres-Trujillo[1], Verónica Ávila-Rodríguez[2], Urbano Nava-Camberos[3] Omar Guadalupe Alvarado-Gómez[1] y José Luis García Hernández[3]

[1]Facultad de Agronomía de la Universidad de Nuevo León, Carr. Laredo Km. 3, General Escobedo, Nuevo León, México. [2]Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez del Estado de Durango, Gómez Palacio, Durango. [3]Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango, Carretera Gómez Palacio-Tlahualilo. Venecia Durango, México.

INTRODUCCIÓN

La mosquita blanca, *Bemisia sp.,* es una de las plagas más importantes en el mundo, principalmente porque afecta a más de 500 especies de plantas. En las zonas subtropicales de todo el mundo la mosca blanca aparece todo el año (Loera y Sosa, 2004). En el Noroeste de México la mosquita blanca se presenta en 131 especies de plantas cultivadas y silvestres (Urías *et al.,* 2005). A escala mundial se han reconocido 1, 556 especies de mosca blanca que se incluyen en 161 géneros. En México se han registrado 67 especies reportando a *Bemisia tabaci* (Gennadius) y *B. argentifolii* Bellows y Perring de gran importancia económica (Vejar *et al*., 2009). Arnal y Ramos (2006) en Venezuela han reconocido 25 géneros con 35 especies, 17 especies indeterminadas, 9 especies aparentemente no descritas y dos géneros no reconocidos.

B. tabaci es una plaga agrícola grave en muchas partes del mundo. Esta especie se compone de varios biotipos contraponiendo una gama de características biológicas que van desde la capacidad de transmitir *Begomovirus* y daño directo al alimentarse del floema de las hojas, la gran variedad de plantas hospederas y la facultad para producir descendencia de hembras, así como el desarrollo de resistencia de virus en cultivos se han distinguido en gran medida de la base de diagnósticos moleculares (De Barro *et al*., 2011, Servín *et al.,* 2006). La identificación correcta entre los biotipos de mosquita blanca transmisores de las enfermedades virales en las plantas puede mejorar el conocimiento del impacto de la distribución de las especies; esto a su vez nos proporciona información sobre los patrones de evolución y desarrollo biológico que ayudarán a un control y manejo adecuado de esta plaga.

Holguín *et al.,* (2010), llevaron a cabo la técnica de DNA amplificada al azar para la identificación de biotipos de mosca blanca en las principales regiones tomateras de la península de Baja California Sur, México. Donde el análisis de PCR estableció la presencia de *B. tabaci* y

los biotipos A y B donde este último se le reconoció en un 75% del total de muestras colectadas. Actualmente el diagnóstico de patógenos por técnicas moleculares como es la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) se recomienda debido a su eficacia, sensibilidad y especificidad. Por lo anterior el presente trabajo pretende contribuir al conocimiento de la identificación molecular de la mosquita blanca *B. tabaci,* en cultivos de importancia agrícola, en la comarca Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio. En el presente estudio se realizó durante el 2013, en diferentes cultivos agrícolas de la Comarca Lagunera (Matamoros, Coah., Gregorio García, Dgo.,INIFAP, Dgo., Torreón Coah., y Villa Juárez, Dgo.), en melón, tomate, calabaza, chile y pepino. El trabajo de laboratorio se realizó en el Laboratorio de Entomología y Biología Molecular de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez del Estado de Durango.

Recolecta de muestras. Se utilizó un succionador manual para insectos, luego se conservaron los especímenes en alcohol al 100% a una temperatura de-20°C para su posterior análisis.

Análisis moleculares. Extracción DNA. El ADN fue extraído por el método de sales (Black y Munstermann, 1996), con algunas modificaciones. Las muestras fueron a partir de 30 mosquitas.

Amplificación de DNA. Los fragmentos de las mosquitas, fueron amplificados a partir de 25 µl de acuerdo al procedimiento de Sambrook *et al*., (1989) el cual consiste en utilizar 2.5 µl de buffer de PCR 10X (Invitrogen), 0.5 µl de MgCl50 mM concentración final (Invitrogen), 0.5 µl de dNTPs10 µM, concentración final (Invitrogen), 0.5 µl de cada primer de 10µM concentración final(Invitrogen), 0.5 µl (1.5 U) Taq DNA polimerasa, 18 µl agua de grado MiliQ y 1 µl de DNA, la amplificación se llevó a cabo en un termociclador (Axygen).Para la identificación de los biotipos de *Bemisia* tabaci en mosquita blanca, se amplifico el gen 18S del DNAr, 5´-AAACGGCTACCACATCCAAG-3´, 5´-GTCCTCGTCGCCTTGTTTAC-3´(IDT), bajo un programa térmico de desnaturalización a una temperatura inicial de 5 min a 95 °C seguida por 35 ciclos de 45seg a 95 °C, 45 seg a 55 °C, 45 seg a 72°C y 5 min a 72°C después del último ciclo (Sinisterra *et al.,* 2005).

Visualización del DNA. Los productos obtenidos de la extracción de DNA se separaron por electroforesis en geles de agarosa 1% y los productos amplificados fueron separados en geles de agarosa 1.5, ambos con TBE 1X (Tris base, ácido bórico, EDTA al 0.5M pH 8.0) como solución de corrida. Se aplicaron 70 V y al finalizar las muestras se tiñeron con 5 µl de gel red como buffer de carga. Se emplearon los marcadores de peso molecular de 100 a 1000

pb(Hyperlader IV BIOLINE),Hyperlader V 25- 500 pb (BIOLINE) y Ladder DNA marker de 100 a 3000 pb (AXYGEN). Los geles se visualizaron y fueron fotografiados en un fotodocumentador Multidoc-IT UVP®.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se colectaron un total de 40 muestras, de las cuales se extrajo DNA a 27 muestras. Se obtuvo DNA positivo con una banda luminiscente (Figura 1), cada muestra contenía 30 mosquitas blancas. En el cuadro 6 se muestra la concentración de las muestras positivas de DNA medida en ng/µl a partir de la técnica de extracción, la concentración de DNA varía desde los 30 a los 200 ng/µl indicando una absorbancia menor de 1.96 llegando hasta 2.08, de acuerdo a la absorbancia el DNA tiene un grado de pureza adecuado. Al respecto, El espectro de absorción que caracteriza a los ácidos nucleicospara su cuantificación se utiliza la medición de su absorbancia a 260nm. Las bases nitrogenadas que lo componen son las responsables de esta característica. Una unidad de absorbancia a 260nm corresponde a 50 µg/ml de DNA doble hebra. Para conocer la calidad en la pureza de los ácidos nucleícos, se realiza el cociente de la absorbancia obtenida a 260nm respecto a aquella obtenida a 280nm. Un cociente entre 1,8 y 2 indica un alto grado de pureza, mientras que cocientes inferiores a este rango indican contaminaciones por proteínas, hidratos de carbono, péptidos, fenoles, agarosa, compuestos aromáticos u otras sustancias (Sambrook y Rusell, 2001).

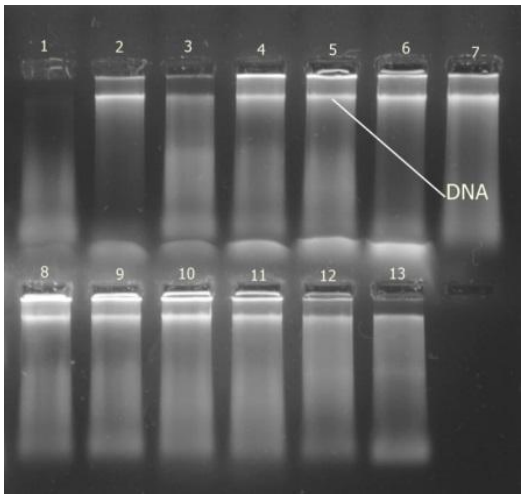


Figura 1.Gel de agarosa al 1% teñido con gel red, las muestras son de DNA de mosquita blanca (mb) obtenidas de diferentes cultivos. Carriles: 1 mosquita blanca de Melón, 2, 3, 4, 5, 6, 7 mosquita blanca de Tomate, 8 mosquita blanca de Melón, 9 y 12 mosquita blanca de Calabaza, 10 y 11 mosquita blanca de Chile; 13 mosquita blanca de Pepino.

Cuadro 1. Concentración de DNA de mosquita blanca (pool de 30 individuos) obtenido por el método de extracción de sales (Black y Munstermann, 1996).

N° muestra	Fecha de extracción	Cultivo	Fecha de colecta	Localidad	Concentración de DNA	Absorbancia A260/A280
1	13/5/2013	Calabaza	3/5/2013	Villa Juárez, Dgo	62.3 ng/µl	2.04
2	13/5/2013	Calabaza	3/5/2013	Villa Juárez, Dgo	71 ng/µl	2
3	17/5/2013	Calabaza	3/5/2013	Villa Juárez, Dgo	55.3 ng/µl	1.85
4	17/5/2013	Calabaza	3/5/2013	Villa Juárez, Dgo	154.5 ng/µl	1.91
5	12/6/2013	Calabaza	3/5/2013	UAAAN-UL	53.8 ng/µl	1.96
6	24/6/2013	Calabaza	22/6/2013	UAAAN-UL	132 ng/µl	1.98
7	3/6/2013	Pepino Luxel	23/10/ 2012	VIGO B. Vista, Coah.	132.6 ng/µl	2.02
8	17/5/2013	Pepino	3/5/2013	Villa Juárez, Dgo	91.1 ng/µl	1.96
9	13/5/2013	Pepino	3/5/2013	Villa Juárez, Dgo	64.9 ng/µl	2
10	17/5/2013	Pepino	3/5/2013	Villa Juárez, Dgo	31.5 ng/µl	1.91
11	12/6/2013	Pepino	3/5/2013	Villa Juárez, Dgo.	42.8 ng/µl	1.96
12	17/5/2013	Melón	3/11/2012	Matamoros, Coah.	91 ng/µl	1.94
13	21/5/2013	Melón	20/5/2013	Gregorio A. Garcia	102.2ng/µl	1.86
14	24/6/2013	Melón	22/6/2013	UAAAN-UL	203.3 ng/µl	2.03
15	4/6/2013	Tomate CID	8/11/ 2012	INIFAP- Durango	109 ng/µl	2.05
16	21/5/2013	Tomate	20/5/2013	Gregorio A. Garcia, Dgo.	113.5ng/µl	2.08
17	24/6/2013	Tomate TOP 1182	22/6/2013	UAAAN-UL	170.1 ng/µl	2.02
18	24/6/2013	Tomate Sahel	22/6/2013	UAAAN-UL	148.7 ng/µl	1.94
19	26/6/2013	Tomate TOP 1182	22/6/ 2013	UAAAN-UL	139.0 ng/µl	1.97
20	26/6/2013	Tomate TOP 1182	22/6/2013	UAAAN-UL	125 ng/µl	2.08
21	26/6/2013	Sahel	22/6/2013	UAAAN-UL	270.6 ng/µl	2.02
22	22/5/2013	Pimiento magno	23/10/2013	VIGO Ej. El Pilar,	63.1 ng/µl	1.86
23	24/5/2013	Sandía	23/5/2013	FAZ-UJED,Dgo.	95.1 ng/µl	1.94
24	3/6/2013	Algodón	6/11/2012	Tlahualilo, Dgo.	68.6 ng/µl	1.96
25	4/6/2013	Algodón	6/11/ 2012	San Pedro, Coah	50.9ng/µl	1.96
26	24/6/2013	Chile	22/6/2013	UAAAN-UL	194.2ng/µl	2.01
27	24/6/2013	Chile	22/6/2013	UAAAN-UL	180.7ng/µl	2.02

Amplificación del gen 18s DNAr en mosquita blanca. Se obtuvo amplificación de las 27 muestras, el amplicón tuvo un tamaño aproximado de de 145 a 200 pb. (Figura 1). La concentración de DNA tuvo un valores de 453.4 ng/µl y el menor que es de 106.7 ng/µl, la absorbancia con valores de 1.57 a 2.15 (Cuadro 2), reafirmando una buena calidad en la mayoría de las muestras del DNA amplificado. El gen 18s ha sido utilizado para la caracterización y filogenia en los niveles jerargicos de familias, género y especies de la clase insecta (von Dohlen y Moran, 1995). Sadok (2008), realizó la caracterización molecular de *B.tabaci* mediante la técnica de microsatellites, poblaciones obtenida de 9 sitios en el sur de Túnez utilizando el marcador microsatélite Bem-23 mostró la presencia de biotipo "B" en 7 de los 8 sitios. Las poblaciones de *B. tabaci* se encontró en los siete sitios y los fragmento de DNA fueron de 220pb, este tamaño de banda es típico para este biotipo. Sin embargo, en el sitio 8geotérmico de Douz y el oasis Bazma, la población de *B. tabaci* está presente como una mezcla de biotipo "B" y "Q" según lo revelado por los 410 pares de bases bandas.

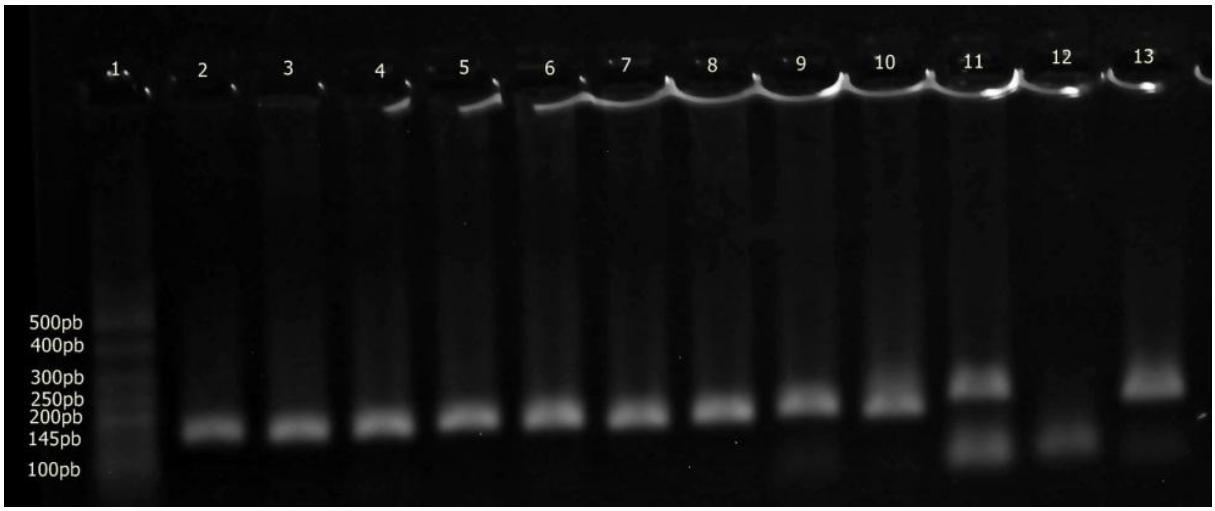


Figura 1. Gel de agarosa al 1.5% donde se observa la amplificación del gen 18S DNArCarriles: 1 MPM Hyperlader V 25- 500 pb (BIOLINE), 2mb en tomate,3 mb en tomate,4 mb en tomate,5 mb en tomate,6mb en melón,7 mb calabaza,8 mb en chile,9 mb en chile,10 mb en calabaza, 11 mb en pepino amplificaron con una banda que va de las 145 a 250 pb, carril 12 control negativo, carril 13 control positivo.

Cuadro 2. Concentración de DNA amplificado del gen 18S DNAr para la identificación de la especie de mosquita blanca *Bemisia tabi,* en cultivos de importancia agrícola de la Comarca Lagunera.

N°	Fecha de extracción	Fecha de amplificación	Cultivo	Localidad	Concentración de DNA	Absorbancia A260/A280
1	13/5/2013	10/9/2013	Calabaza	Villa Juárez, Dgo	194	1.65
2	13/5/2013	10/9/2013	Calabaza	Villa Juárez, Dgo	182.7	1.78
3	17/5/2013	11/9/2013	Calabaza	Villa Juárez, Dgo	122.4	1.71
4	17/5/2013	11/9/2013	Calabaza	Villa Juárez, Dgo	175.6	1.84
5	12/6/2013	21/8/2013	Calabaza	UAAAN-UL	325.8	1.91
6	24/6/2013	21/8/2013	Calabaza	UAAAN-UL	453.4	2.15
7	13/5/2013	10/9/2013	Pepino	Villa Juárez, Dgo	151.5	1.84
8	17/5/2013	10/9/2013	Pepino	Villa Juárez, Dgo	290.3	1.85
9	17/5/2013	11/9/2013	Pepino	Villa Juárez, Dgo	106.7	1.65
10	3/6/2013	11/9/2013	Pepino	VIGO Bella vista	367.7	1.95
11	12/6/2013	21/8/2013	Pepino	Villa Juárez, Dgo	192.1	1.57
12	17/5/2013	10/9/2013	Melón	Matamoros, Coah.	226.1	1.81
13	21/5/2013	10/9/2013	Melón	Gregorio A. Garcia, Dgo.	169.3	1.82
14	24/6/2013	21/8/2013	Melón	UAAAN-UL	271.2	1.84
15	21/5/2013	21/9/2013	Tomate	Gregorio A. Garcia,Dgo	315.9	1.95
16	4/6/2013	10/9/2013	Tomate	INIFAP Durango	355.3	1.85
17	24/6/2013	15/8/2013	Tomate Sahel	UAAAN-UL	194.1	1.91
18	24/6/2013	21/8/2013	Tomate TOP 1182	UAAAN-UL	383.8	1.94

CONCLUSIONES

La técnica de extracción de sales, es confiable ya que de las 27 muestras procesadas fueron positivas.

Los valores de la concentración de DNA de las muestras de extracción y amplificación, fluctuaron de 1.96 a 2.08 y 1.57 a 2.15 respectivamente, lo cual indica una buena calidad de DNA.

Los análisis realizados con la técnica de PCR punto final evidenciaron la presencia de la especie *Bemisia tabaci* en el total de las 27 muestras, los productos de PCR fueron de aprox. 200pb.

BIBLIOGRAFíA

Black IV WC, Munstermann LC 1996. Molecular taxonomic and systematics of arthropod vectors. In BJ Beaty, WC Marquardt (eds), The Biology of Disease Vectors, University Press of Colorado, Niwot Colorado, p. 438-470.

Bel-Kadhi, M. S., Onillon, J. C., and Cenis, J. L. 2008. Molecular characterization of *Bemisia tabaci* biotypes in Southern Tunisia. Tunisian Journal of Plant Protection 3: 79-85.

De Barro, P.J., L. Shu Sheng, L.M. Boykin and A.B. Dinsdale.2011. *Bemisia tabaci*: A Statement of Species Status. Annu. Rev. Entomol. 56: 1–19.

Holguín, R. J., L. G. Hernández Montiel y H. L. Barragán. 2010. Identificación y distribución geográfica de *Bemisiatabaci*Gennadius y su relación con enfermedades begomovirales en tomate (*Solanumlycopersicum* L.) en Baja California, México. Revista Mexicana de Fitopatología 28: 58-60.

Loera, J. y E. Salgado Sosa. 2004. Un micoinsecticida como agente de control de la mosca blanca (*Bemisiaargentifolii*Bellows y Perrings) en jitomate (*Licopersiconesculentum*Mill.) Revista Mexicana de Fitopatología 22:389-394.

Sambrook J, Fritsch EF, Maniatis T (1989). Molecular Cloning: A laboratory Manual (2nd Edition). Cold Spring Harbor Laboratory, New York.

Sambrook, Joseph and Russell, David William.2001. Spectrophotometry of DNA or RNA. In Molecular Cloning.A laboratory manual.Volume 3. (3rd. ed.). (pp. A8.20- A8.21). Cold Spring Harbor, New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press.

Servín, R. J., J. L. García Hernández, B. Murillo Amador, A. Tejas y J.L. Martínez Carrillo. 2006. Stability of Insecticide Resistance of Silverleaf whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) in the absence of selection pressure. Folia Entomol.Mex. 45: 27-34.

Sinisterra, X. H., C. L. McKenzie; W. B. Hunter; C. A. Powell and R. G. Shantters. 2005. Differential transcriptional activity of plant-pathogenic Begomovirus es in their whitefly vector (*Bemisia tabaci*, Gennadius: Hemiptera: Aleyrodidae). Journal of General Virology 86: 1525-1532.

Urías, M. A., K. F. Byerly Murphy, J.A. Osuna García and A. García Berber. 2005. Incidencia de mosquita blanca (Hemiptera: Aleyrodidae), áfidos (Hemiptera: Aphididae) y virosis en melónde Jalisco, México. Folia Entomol. Méx. 44: 321-337.

von Dohlen, C. D. N.A. Moran. 1995. Molecular Phylogeny of the Homoptera: A Paraphyletic Taxon. J Mol Evol. 41:211-223

DENSIDADES DE INSECTOS VECTORES E INCIDENCIA DE ENFERMEDADES EN DIFERENTES CONDICIONES DE PRODUCCIÓN DEL TOMATE

Carlos Zarzosa-Vega[1], José Luis García-Hernández [1], Urbano Nava-Camberos[1], Florencio Jiménez-Díaz[2], Omar G. Alvarado-Gómez[3] y Verónica Ávila-Rodríguez[4]

[1]Facultad de Agricultura y Zootecnia (FAZ), UJED, Ej. Venecia, Durango. nava_cu@hotmail.com. [2]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna, Torreón-Coahuila. [3]Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Carr. Laredo Km. 3, General Escobedo, N. L. México.[4]Facultad de Ciencias Biológicas, UJED, Gómez Palacio Dgo.

INTRODUCCIÓN

Entre los principales insectos vectores de virus que han afectado notablemente la productividad del cultivo de solanáceas en México específicamente del tomate se pueden mencionar a los pulgones, *Myzus persicae*, *Macrosiphum euphorbiae* y *Aphis gossypii*; mosquitas blancas, *Bemisia tabaci*, *B. argentifolii* y *Trialeurodes vaporariorum*, el psílido *Bactericera cockerelli*, y a los trips, *Frankliniella fusca* y *F. occidentalis*.

El psílido del tomate, *Bactericera cockerelli* (Sulc), comúnmente conocido como paratrioza o "pulgón saltador", es una plaga que se alimenta de la savia de las solanáceas como la papa, jitomate, tomate de cáscara y chile. En los últimos cinco años ha causado enormes pérdidas económicas a la producción de papa en México, debido a la transmisión de la enfermedad "punta morada de la papa", también llamada zebra chip o huanglongbing Bactericera cockerelli se encuentra ampliamente distribuida en México y afecta el cultivo de papa causando pérdidas económicas de hasta el 80% de la producción y 60% en tomate (Ramírez *et al*., 2013)

En México, la mosquita blanca, invadió el Valle de Mexicali, B. C., y la región de San Luis Río Colorado, Sonora, en 1992 afectando a los cultivos de algodonero, melón, sandía y ajonjolí y provocó pérdidas estimadas de $100 millones (Sánchez *et al.*, 1996). Se estima que la familia Aleyrodidae cuenta con más de 1200 especies descritas; las mosquitas blancas son pequeños insectos fitófagos de plantas herbáceas, arbustos, árboles, plantas silvestres y cultivos de importancia económica; en ocasiones se convierten en un serio problema, debido en primera instancia a daños directos provocados al succionar la savia y por la transmisión de virus como el virus del chino del tomate (TYLCV). Actualmente dos especies de importancia económica presentan una alta similitud, no obstante que se encuentran en géneros diferentes, éstas son *Bemisia tabaci* (Gennadius) y *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Carapia y Castillo-Gutiérrez, 2013).

Los pulgones son un diverso grupo de insectos con origen en el jurásico con un total de 4800 especies alrededor del mundo, se alimentan principalmente de floema y cuando están presentes en grandes cantidades causan daños a la planta hospedera, también son un

importante vector para diversos virus, que pueden matar a la planta o disminuir su producción o su calidad de fruto, entre los virus que pueden ser transmitidos por estos insectos se encuentran el virus del mosaico de la alfalfa, el virus del mosaico del frijol, el virus del frijol amarillo, el virus del mosaico del trébol amarillo, el virus del mosaico del pepino, el virus de la estría del tabaco (Bachmann *et al.* 2014).

Por lo anterior, se realizó el presente estudio durante el ciclo P-V 2015 en la Comarca Lagunera, con el objetivo de determinar las densidades de insectos vectores de fitopatógenos y su relación con los niveles de incidencia de enfermedades en diferentes condiciones de producción del cultivo de tomate, híbrido Sahel.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio. El presente estudio se realizó durante el ciclo agrícola P-V 2015 en los terrenos experimentales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, ubicada en Torreón, Coahuila.

Tratamientos evaluados. Se establecieron los siguientes cuatro tratamientos:

1. Cultivo a Cielo Abierto Sin Control (CASC)
2. Cultivo a Cielo Abierto Con Control (CACC)
3. Cultivo a Casa Sombra Sin Control (CSSC)
4. Cultivo a Casa Sombra Con Control (CSCC)

Características del diseño experimental. Se estableció un diseño experimental de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. Estas constaron de tres camas de 40 plantas cada una, plantadas a doble hilera con espacio de 20 cm entre plantas. La cama central fue utilizada para los muestreos de insectos y virosis y las laterales fungieron como barreras de protección.

Determinación de las densidades de insectos vectores. Se realizaron muestreos del psílido o *Paratrioza*, mosquita blanca, pulgones y trips a lo largo del ciclo del cultivo. El muestreo consistió en inspeccionar 10 hojas en cada repetición (unidad experimental) de cada tratamiento con frecuencia semanal durante todo el ciclo del cultivo. La unidad de muestreo fue una hoja de la parte superior de la planta.

Determinación de los niveles de incidencia de enfermedades. Se identificaron las plantas que mostraban síntomas de las enfermedades transmitidas por los insectos vectores de interés, tales como permanente del tomate (PT), virus del rizado amarillo del tomate (TYLCV), y virus

jaspeado del tomate (TEV). Se inspeccionaron todas las plantas (40 plantas) de la unidad experimental y se registraron las plantas con los síntomas indicados para obtener el porcentaje de plantas enfermas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Densidades de insectos vectores. Las densidades de mosquita blanca variaron grandemente a lo largo del ciclo del cultivo y en función de los tratamientos de manejo del cultivo. Se observaron dos picos poblacionales de las mosquitas blancas a mediados de mayo y a finales de junio. Las densidades de este insecto vector fueron más altas en condiciones de producción del tomate a cielo abierto y sin aplicación de insecticidas (Figura 1). Las densidades de paratrioza también variaron en función de la fecha de muestreo y de los tratamientos de manejo del cultivo. Se observaron dos picos poblacionales de los adultos de paratrioza de mediados a fines de mayo y a finales de junio. De manera similar a lo observado con las densidades de mosquitas blancas, las infestaciones de paratrioza fueron más elevadas a cielo abierto y sin aplicación de insecticidas (Figura 2). En el caso de los pulgones, el comportamiento fue muy diferente a los dos vectores anteriores, ya que sus poblaciones se mantuvieron bajas la mayor parte del ciclo del cultivo (hasta finales de junio) y repentinamente se presentaron un incremento muy pronunciado, lo cual parece deberse a las migraciones de masivas de pulgones amarillos dl sorgo. No obstante, las poblaciones de pulgones fueron mayores en cielo abierto y sin control de plagas (Figura 3). La fluctuación poblacional de los trips fue totalmente diferente a la de los otros insectos vectores, ya que se observó un pico poblacional muy temprano en el ciclo del cultivo (a principios de mayo) y posteriormente las densidades de este vector tendieron a disminuir gradualmente. En relación a este insecto vector, también sus poblaciones fueron más altas en cielo abierto y sin control de plagas (Figura 4).

Incidencia de enfermedades y su relación con las densidades de insectos vectores. Las primeras plantas de tomate enfermas se detectaron en la semana del 4 al 10 de mayo en cielo abierto sin control y hasta la semana del 25 al 31 de mayo en casa sombra sin control. Posteriormente, se observó un incremento gradual en los porcentajes de plantas enfermas hasta alcanzar una incidencia máxima al final del ciclo del cultivo. La incidencia de plantas enfermas fue alta en condiciones de cielo abierto (38.46 y 48.06%, con y sin control, respectivamente); mientras que esta fue baja en condiciones protegidas mediante casa sombra (5.0 y 12.77%, con y sin control, respectivamente) (Figura 5). La mayoría de las plantas de tomate enfermas presentaron síntomas de PT y de acuerdo con los resultados de análisis de muestras de tejido de plantas enfermas mediante PCR se identificó la presencia de la bacteria

Liberibacter solanacearum en el 75-100% de las muestras de plantas con síntomas de PT, la cual es transmitida por la paratrioza (Cuadro 1). Al relacionar las densidades de insectos vectores con la incidencia de enfermedades se observa una relación muy estrecha entre los promedios de adultos de paratrioza y los porcentajes máximos de plantas de tomate enfermas. Se puede observar que densidades de 0.5-0.6 adultos de paratrioza por hoja, en promedio, causaron del 38 al 48% de plantas enfermas (Cuadro 2).

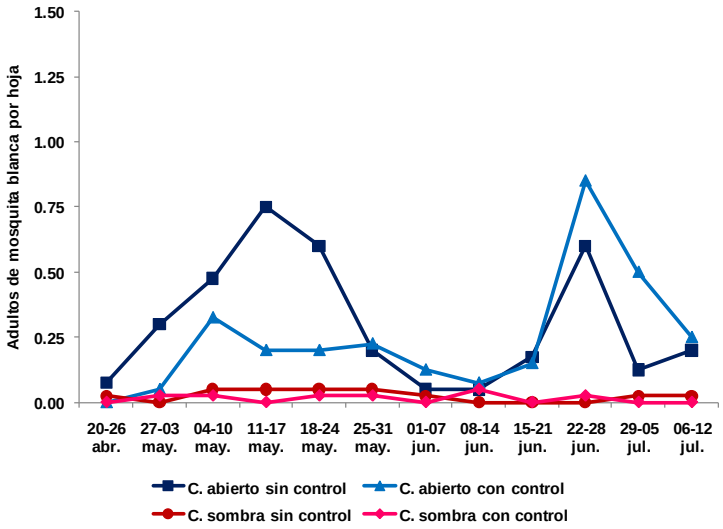


Figura 1. Densidades de adultos de mosquita blanca en diferentes condiciones de producción de tomate, híbrido Sahel, UAAAN-UL, 2015.

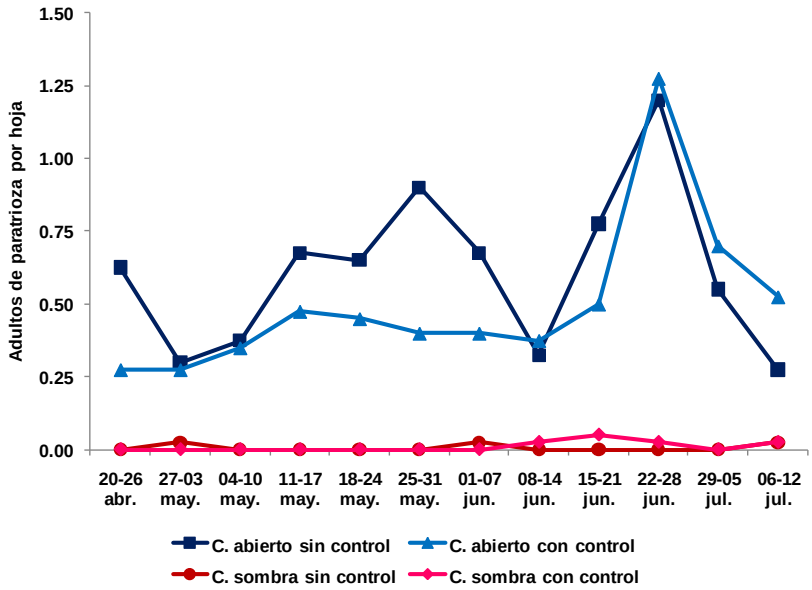


Figura 2. Densidades de adultos de paratrioza en diferentes condiciones de producción de tomate, híbrido Sahel, UAAAN-UL, 2015.

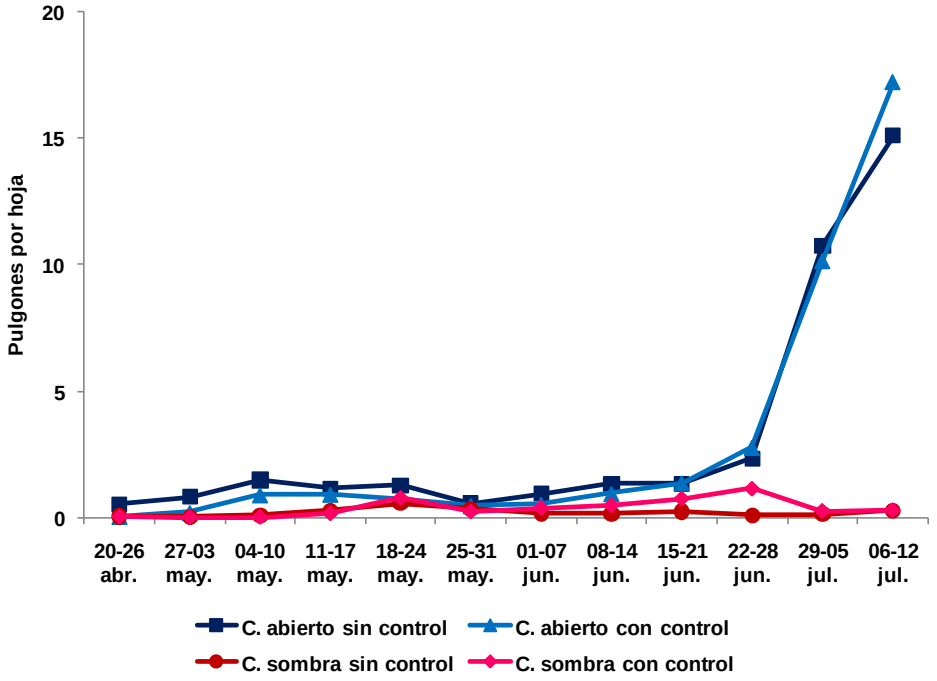


Figura 3. Densidades de pulgones en diferentes condiciones de producción de tomate, híbrido Sahel, UAAAN-UL, 2015.

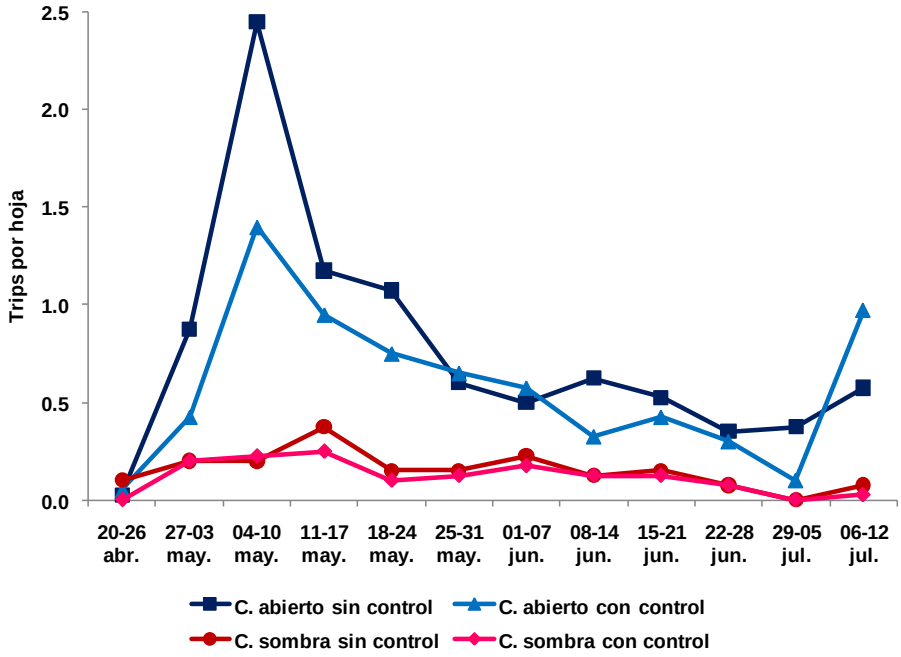


Figura 4. Densidades de trips en diferentes condiciones de producción de tomate, híbrido Sahel, UAAAN-UL, 2015.

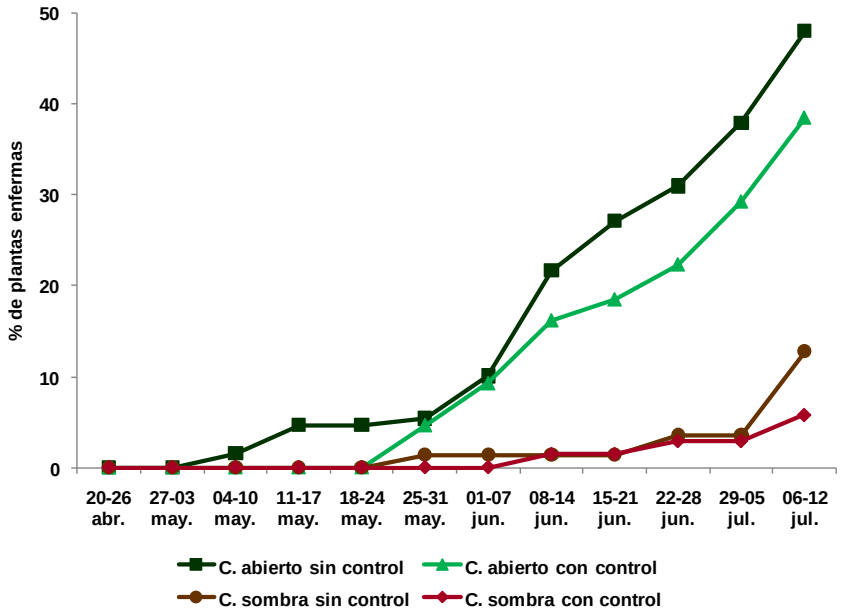


Figura 5. Dinámica de plantas enfermas en diferentes condiciones de producción de tomate, híbrido Sahel, UAAAN-UL, 2015.

Cuadro 1. Número y porcentaje de muestras de plantas de tomate positivas a *Liberibacter solanacearum* y begomovirus (TYLCV) mediante PCR, en los diferentes tratamientos de condiciones de producción de tomate, híbrido Sahel, UAAAN-UL, 2015.

Tratamiento	Número de muestras analizadas	*L. solanacearum*				Begomovirus	
		Primer OA2/Oi2C		Primer CL 514			
		No.	%	No.	%	No.	%
C. abierto sin control	4	3	75	4	100	0	0
C. abierto con control	4	3	75	3	75	0	0
C. sombra sin control	4	0	0	0	0	0	0
C. sombra con control	4	0	0	1	25	0	0

Cuadro 2. Promedios de insectos vectores a lo largo del ciclo del cultivo y porcentaje máximo de plantas enfermas en diferentes condiciones de producción de tomate, híbrido Sahel, UAAAN-UL, 2015.

Tratamiento	Mosca blanca	Paratrioza	Pulgones	Trips	% de plantas enfermas
C. abierto sin control	0.30	0.61	3.13	0.76	48.06
C. abierto con control	0.25	0.50	3.03	0.58	38.46
C. sombra sin control	0.03	0.01	0.19	0.15	12.77
C. sombra con control	0.01	0.01	0.37	0.12	5.80

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente: los insectos vectores de fitopatógenos observados en tomate en orden de mayor a menor densidad fueron: pulgones, *Paratrioza* o psílido del tomate, trips y mosquita blanca. Las densidades de insectos vectores fueron más altas en condiciones de producción del cultivo en cielo abierto que en condiciones protegidas del cultivo mediante casas sombras. El control químico mediante insecticidas orgánicos redujo ligeramente las densidades de insectos vectores. La incidencia de enfermedades fue mucho mayor en condiciones de cielo abierto que en casas sombras y ligeramente mayor sin manejo químico de plagas. De acuerdo con los síntomas observados en las plantas enfermas y con base en los análisis de muestras de tejido vegetal mediante PCR, la enfermedad dominante fue permanente del tomate, la cual es causada por la bacteria *L. solanacearum* y transmitida por la paratrioza.

BIBLIOGRAFÍA

Bachmann, A. C., B. A. Nault, and S. J. Fleischer. 2014. Alate aphid (Hemiptera: Aphididae) species composition and richness in northeastern USA snap beans and an update to historical lists. Florida Entomologist 97: 979-994.

Carapia Ruiz, V. E., y A. Castillo-Gutiérrez. 2013. Morphological comparision between *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) and *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae). Acta Zoológica Mexicana 29: 178-193.

Ramírez, J. F., E. Porcayo-Camargo y J. R. Sánchez. 2013. Modelización de la distribución espacial de *Bactericera cockerelli* Sulc. (Hemiptera: Triozidae) en *Solanum tuberosum* L. (Solanales: Solanaceae). FCA UNCUYO 45: 13-27.

Sánchez G., H., P. Cano R., G. de Avila D. y G. Rodríguez L. 1996. Informe de actividades, Campaña contra la mosquita blanca de la hoja plateada, *B. argentifolii* B. & P., en la Región Lagunera. Comité Coordinador de la Campaña contra la Mosquita Blanca. SAGAR. Torreón, Coah., México. 24 p.

ESTRATEGIA PARA DETECTAR INFESTACIÓN DE *Anthonomus grandis* Boheman EN ALGODONERO *Gossypium hirsutum* L. EN UN ÁREA CON BAJA POBLACIÓN

Ramón Rodríguez Martínez[1]* y Jesús A. Escárcega Tarín[2]

[1]INIFAP Campo Experimental Delicias. Boulevard Ing. José María Durán Almaguer y Comisión Nacional de Irrigación. Cd. Delicias, Chih. C.P. 33000. e-mail: rodriguez.ramon@inifap.gob.mx [2]Comité Estatal de Sanidad Vegetal Chihuahua. C. Carbonel # 2509, Col. San Felipe II Etapa, C.P. 31200. Chihuahua, Chih.

INTRODUCCIÓN

Las regiones productoras de algodón en Chihuahua realizaban hasta el año 2000 acciones aisladas para combatir al picudo del algodonero *Anthonomus grandis*; sin embargo, el uso de agroquímicos era la principal herramienta para disminuir poblaciones durante el ciclo de cultivo. Excepto el área fronteriza de Chihuahua con Texas y Nuevo México aplicaba el programa binacional de supresión/erradicación de picudo del algodonero (USDA-APHIS-PPQ, 2007).

El Comité Estatal de Sanidad Vegetal en coordinación con la Unión de Productores de Algodón del Estado de Chihuahua A. C. (UPAECH A.C.), en 2002, presentó resultados exitosos del programa binacional en el área fronteriza y también reconoció el daño creciente de la misma plaga en la región centro-sur meoqui, con el liderazgo de la UPAECH A. C., el apoyo de la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y la cooperación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos fue implementado el programa de supresión/erradicación en todo el Estado.

Las actividades principales del programa son: mapeo, para determinar la ubicación geográfica y superficie de cada uno de los predios sembrados de algodonero; trampeo, se utiliza la trampa tipo “scout”, con feromona “grandlure” para la detección de adultos, la densidad varía desde una trampa cada 2, 5, 10 o 20 hectáreas, de acuerdo a la intensidad de la población; control químico, se realizan aplicaciones de malation 95% ultra bajo volumen, con base en el umbral de acción de una captura en trampa por predio, las aplicaciones se realizan aéreas o terrestres (con camioneta o tractor equipados con equipo nebulizador) y control cultural, se supervisa el cumplimiento de periodos de siembra, defoliación química, cosecha, desvare y barbecho.

Durante el ciclo 2012, como se muestra en la figura 1, el programa de supresión/erradicación de picudo del algodonero en el Estado de Chihuahua, reportó 0.30 picudos capturados en trampa por semana incremento importante en la región algodonera centro-sur Meoqui con respecto a los 0.14 picudos en el 2011 (Escárcega-Tarín J, 2013). Con base en lo anterior el Programa Sanidad Agrícola del Campo Experimental Delicias (INIFAP) definió un plan de actividades, en concordancia con las acciones del programa de supresión/erradicación: 1. Capacitación del

personal técnico, reclutamiento y adiestramiento de jóvenes scout (estudiantes), para muestreo de planta, 2. Muestreo intensivo y dirigido para determinar tamaño de población estructura de edades, 3. Aplicar la tecnología "pronóstico de poblaciones de picudo del algodonero con base en unidades calor" para disminuir poblaciones en áreas de riesgo y 4. Observaciones técnicas de la aplicación de la NOM-026-SAG/FITO-2014, por la que se establece el control de plagas reglamentadas del algodonero y NOM-081-FITO-2001, manejo y eliminación de focos de infestación de plagas mediante el establecimiento o reordenamiento de fechas de siembra, cosecha y destrucción de residuos, para corregir incumplimientos.

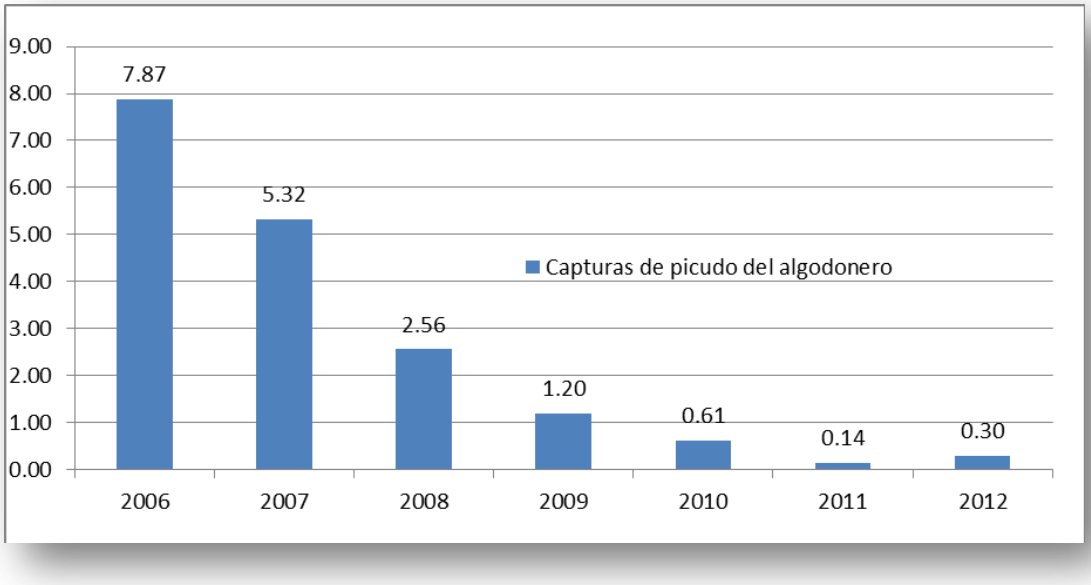


Figura 1. Promedio de adultos por trampa/semana región centro-sur Meoqui. CESAVECH, 2013

La oportuna detección de oviposturas en botón floral a través de la identificación de puncturas o verrugas en botones florales (Esquivel JF, 2007) y la inmediata implementación de la estrategia de control, puede reducir el número de picudos colonizadores en campo (Hardee et al, 1969; White y Rummel, 1978; Walker y Bottrell, 1970; Roach et al, 1971 y Rummel y Bottrell, 1976). Los primeros predios algodoneros infestados, están fuertemente influenciados por las cercanías de las áreas de refugio (Rummel y Adkisson, 1970) y predios con antecedentes de capturas de picudos (Rodríguez-Martínez R, 2012). Es importante iniciar el muestreo, con la aparición de los primeros cuadros para la detección oportuna de huevecillos o larvas de picudo e implementar la tecnología "pronóstico de poblaciones de picudo del algodonero" cada 330 unidades calor, con temperatura base de 12°C (Quiñones-Pando FJ, 1997).

Knipling en 1983 concluyó que la tecnología disponible para la erradicación del picudo en los Estados Unidos de América se avanzó hasta el punto que aislaron poblaciones que podrían manejarse en forma de área amplia. En Chihuahua, después de 11 años de aplicar el programa de erradicación en la región centro-sur Meoqui y disminuir la población a niveles de 0.30 adultos/trampa/semana, esta se presentaba en áreas aisladas de la región (Rodríguez-Martínez R et al, 2013). De acuerdo con Reyes *et al,* 1988, los principales objetivos de las operaciones de campo de un programa de erradicación son: la detección oportuna, el estado biológico del insecto, el control y la erradicación de brotes detectados. Por lo anterior se inició la colaboración del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias con el Comité Estatal de Sanidad Vegetal en Chihuahua operador del Programa Binacional de Supresión y Erradicación de Picudo del Algodonero, para implementar innovaciones tecnológicas para la erradicación de picudo del algodonero en México.

El objetivo específico de la estrategia planteada fue capacitar personal técnico, detectar predios de riesgo e implementar la tecnología “pronóstico de poblaciones con base en unidades calor”.

MATERIALES Y METODOS

La puesta en operación de la estrategia en 2013, fue en la región algodonera centro-sur Meoqui que comprende los municipios de Meoqui, Rosales, Delicias, Julimes, Saucillo y La Cruz, en una superficie sembrada de 1,779 hectáreas. Esta región presenta clima semiárido cálido (BSh), según la clasificación climática de Köppen.

Se capacitó a los técnicos del programa y estudiantes, orientada y dirigida para la detección oportuna de predios potenciales de ser infestados en los temas: muestreo de planta, hábitos y comportamiento de picudo, identificación de órganos fructíferos con oviposturas o alimentación y ciclo biológico.

El muestreo se realizó semanalmente en el área perimetral del predio cada 20 a 30 metros, donde se examinaron 25 botones florales susceptibles (de 7 mm o más de diámetro) localizados en el tercio superior de la planta. Se inició en predios con primeros botones, ubicados cercas a áreas de refugio de picudo, se continuó en predios con altas capturas el año anterior, posteriormente en predios con las primeras capturas en trampa, se continuó en aquellos predios potenciales por migración de adultos y finalmente en aquellos predios sembrados fuera del periodo de siembra recomendado.

Se cuantificó el número de botones florales infestados y edad de los inmaduros colectados, se estimó el tamaño de la población y la estructura de edades, respectivamente. Finalmente se determinaron las generaciones de picudo con temperatura base de 12°C (cada 330 unidades

calor) por predio infestado o predio de riesgo. En todos los predios de la región centro-sur Meoqui se aplicó el protocolo del programa binacional de supresión/erradicación y adicionalmente en los predios de riesgo de acuerdo con el muestreo de planta, se realizó la aplicación de malatión 95% ultra bajo volumen, cuando estas no coincidieron con las aplicaciones del programa binacional.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la región centro-sur Meoqui se ubicaron dos áreas donde inició la infestación de picudo (1) Delicias-Rosales y (2) Colonia Progreso, Meoqui.

Los predios algodoneros del municipio de Delicias y los cercanos a la cabecera municipal de Rosales con alto potencial de ser infestados fueron 26, los cuales periódicamente se realizó muestreo de botones florales.

En los límites del municipio de Rosales con Delicias, en el predio 703 con altas capturas el año anterior y cercano a un área potencial de refugio, se detectó la primera infestación (en botón floral) de picudo a los 64 días después de la siembra (13 de junio), otros cuatro predios fueron detectados con infestación en el mes de julio e inicios de agosto, en un radio de 3.5 kilómetros, denominándolos “predios de riesgo”.

En la tabla 1, se presentan los predios de riesgo, donde se observa la población total de inmaduros colectados por predio y su respectiva estructura de edades con lo que se determinó la fecha de arribo de los adultos (generación colonizadora). En los predios infestados o de riesgo solo se detectó en un punto de muestreo las oviposturas de picudo.

Tabla 1. Tamaño de la población y estructura de edades por predio infestado en Delicias. CESAVECH, 2013.

Número de predio	huevo (1-3 días)	larva (1-2 días)	larva (3-4 días)	Total
703	6	4	2	12
746	5	2	1	8
202	0	4	6	10
1122	3	3	0	6
170	1	0	0	1

Los municipios de Meoqui y Rosales tienen capturas de picudo más avanzado el ciclo, los predios algodoneros con potencial de ser infestados, fueron 77, los cuales periódicamente se realizó muestreo. En el predio 69 de la localidad La Escuadra, Meoqui se detectó la primera infestación de picudo a los 113 días después de la siembra (agosto) y otros cinco predios infestados durante el mes de agosto se ubicaron en un radio de 10 kilómetros, denominándolos

"predios de riesgo". Los predios detectados con infestación de picudo del algodonero se presentan en la tabla 2, donde se observa la población total de inmaduros colectados por predio y su respectiva estructura de edades con lo que se estimó la fecha de arribo de los adultos (generación colonizadora). En los predios de riesgo o infestados solo se detectó en un punto de muestreo las oviposturas de picudo.

Tabla 2. Tamaño de la población y estructura de edades por predio infestado en los municipios de Meoqui y Rosales. CESAVECH, 2013.

Número de predio	huevo (1-3 días)	larva (1-2 días)	larva (3-4 días)	Total
69	3	1	0	4
778	2	5	7	14
1003	4	3	1	8
696	6	3	1	10
744	3	5	1	9
1123	2	2	1	5

Los predios con infestación están asociados con algún antecedente: (1) predio cercano a áreas de refugio, (2) predio con altas capturas el año anterior, (3) predio con las primeras capturas en trampa, (4) predio cercano a un rebrote de soca sin control y (5) predio cercano a un cultivo de algodón sin control.

Con base en la tecnología de control de picudo del algodonero y considerando que el control químico solo es efectivo cuando se dirige a los adultos, se tuvieron buenos resultados al eliminar los adultos que están depositando los primeros huevecillos de la temporada, repitiendo esta actividad cada 330 unidades calor. Se realizaron dos aplicaciones aéreas con malatión 95% ultra bajo volumen a cada generación de adultos a intervalos de 44 unidades calor.

Las capturas a través del ciclo 2013, presentaron una disminución significativa del 73.1% comparativa con el ciclo 2012. Presentando un promedio de capturas en trampa de adultos por semana de 0.08 picudos para la región algodonera centro-sur Meoqui.

CONCLUSIONES

Basado en las condiciones operativas del presente trabajo la capacitación del personal y el muestreo intensivo y dirigido son los factores más influyentes en la detección de predios infestados con picudo del algodonero. Los predios de riesgo fueron asociados algún antecedente: (1) predio cercano a áreas de refugio, (2) predio con altas capturas el año anterior,

(3) predio con primeras capturas en trampa, (4) predio cercano a una soca sin control y (5) predio cercano a otro predio de algodón sin control. Realizar la aplicación de químico contra adultos en predios de riesgo de acuerdo como se presentan las generaciones de picudos fue significativo en la disminución de capturas en trampas al final del ciclo.

BIBLIOGRAFÍA

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2014a. NOM-026-SAG/FITO-2014, por la que se establece el control de plagas reglamentadas del algodonero. 03 de noviembre. México, D.F.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2014b. Acuerdo por el que se declara como zona libre de gusano rosado *pectinophora gossypiella* al Estado de Chihuahua. 08 de diciembre. México, D.F.

Escárcega-Tarín, J. 2013. Programa binacional de supresión/erradicación de gusano rosado y picudo del algodonero 2012 en la región centro-sur Meoqui. Comité Estatal de Sanidad Vegetal Chihuahua. Reunión Anual del Comité Internacional de trabajo sobre plagas del algodonero. Ensenada, Baja California. MEXICO.

Esquivel JF. 2007. Evaluation of puncture types as indicators of boll weevil (Coleoptera:Curculionidae) Oviposition in cotton squares. Environ. Entomol. 36(1):183-186.

Hardee DD, Cross WH and Mitchell EB. 1969. Male boll weevils are more attractive than cotton plants to boll weevil. J- Econ. Entomol. 62: 165-169.

Knipling EF. 1983. Analysis of technology available for eradication of the boll weevil. *In Cotton Insect Management with Special Reference to the Boll Weevil.* ed. EP Lloyd, WH Cross, pp. 401-486. Washington, DC: US Dep. Agric.

Köppen clasificación climática. http://es.wikipedia.org/wiki/Clasificación_climática_de_Köppen

Quiñones-Pando FJ. 1997. Tecnología de control de picudo del algodonero. Desplegable para productoresNúm. 7. Campo Experimental Delicias, INIFAP. México.

Roach SH, Ray L, Taft HM and Hopkins AR. 1971. Wing traps baited with male boll weevils for determining springs emergence of overwintered weevils and subsequent infestations in cotton. J. Econ. Entomol. 64: 107-110.

Reyes J., A. Villaseñor, A. Schwarz and J. Hendrichs. 1988. Organization of medfly Eradication campaigns. Proceedings of an International symposium on modern insect control: nuclear techniques and biotechnology. IAEA/FAO. Viena, Austria. pp 107-116.

Rodríguez-Martínez, R. 2012. Picudo del algodonero *Anthonomus grandis Boheman*. En. Curso de Acreditación a Profesionales Fitosanitarios Autorizados. DGSV-SAGARPA. Chihuahua, MEXICO. pp. 1-7.

Rodríguez-Martínez, R. 2013. Muestreo, Biología y Estrategias para la detección de picudo del algodonero *Anthonomus grandis* Boheman. Informe Técnico. SAGARPA-INIFAP-CEDEL. Cd. Delicias, Chihuahua. 20 p.

Rummel DR and Adkisson PL. 1970. Distribution of boll weevil-infested cotton fields in relation to overwintering habitats in the High and Rolling Plains in Texas. J. Econ. Entomol. 63: 1906-1909.

Rummel DR and Bottrel DG. 1976. Seasonally related decline in response of boll weevils to pheromone traps during mid-season. Environ. Entomol. 5: 783-787.

USDA-APHIS-PPQ, 2007. Boll Weevil Eradication. Factsheet, March, 2007.

Walker JK Jr. and Bottrel DG. 1970. Infestations of boll weevils in isolated plots of cotton in Texas 1960-69. J. Econ. Entomol. 63: 1646-1650.

RESPUESTA DE LA AVENA EN RENDIMIENTO, EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA Y CALIDAD NUTRICIONAL BAJO DIFERENTES LÁMINAS DE AGUA EN UN RIEGO POR GRAVEDAD

Anaya Salgado Antonio*[1], Ríos Vega María Esther[2], Núñez Hernández Gregorio1, Faz Contreras Rodolfo[1], Herrera González Carmen. I.[2], Serrato Medina Hugo A.[1].

[1] INIFAP CIRNOC C.E. La Laguna [2]Alumno Tesista del Doctorado en Ciencias en Sustentabilidad de los Recursos Agropecuarios, Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. **anaya.antonio@inifap.gob.mx**

INTRODUCCIÒN

La avena (Avena sativa L.) es la principal especie utilizada para la producción de forraje de invierno en la región produce forraje de buena calidad. Sin embargo, la principal limitante en el incremento de superficie sembrada en la región es la escasa disponibilidad de agua. El abatimiento de acuíferos como resultado de su sobre explotación para el riego de especies forrajeras tradicionales (FAO, 2003) genera un grado de presión sobre un buen uso del agua utilizada para este fin. Por otro lado, en el invierno en la región Lagunera existe un déficit de forraje debido a la caída de rendimiento del cultivo de la alfalfa por causa de las bajas temperaturas. Por lo tanto la siembra de especies anuales de crecimiento invernal como el cultivo de avena representa una alternativa para aumentar la producción de forraje durante este periodo (Lozano, 2002).

Estudios realizados en la región reportan rendimientos de materia seca de 8.94 ton ha^{-1} con riego de estrés hídrico controlado al 50% y cosechada en etapa floración, Faz et al. (2004) en escenarios de escases de agua, la aplicación de un riego con restricción de agua controlada muestran que se pueden obtener altos rendimientos de grano y buenos valores de eficiencia del uso del agua (Kang *et al*., 2002). Por otra parte, los rendimientos de los cultivos disminuyen al reducirse la lámina de riego aplicada (Karam *et al*. 2003).

Un buen manejo del riego tiene como objetivo minimizar las pérdidas de producción causado por estrés hídrico durante su desarrollo (Stone *et al.,* 2001); de esta manera, al aplicar un volumen alto de agua puede eliminar el estrés hídrico del cultivo, pero también se reduce la eficiencia en el uso del agua de riego (Morton, 1998).

En La Comarca Lagunera de Coahuila y Durango en 2013 se sembraron 20,008.20 ha con un rendimiento en promedio de forraje verde de 34.13 ton/Ha (SAGARPA 2013). El objetivo del trabajo fue evaluar el rendimiento de materia seca, calidad nutricional y la eficiencia del uso del agua de riego del cultivo de avena forrajera bajo un sistema de riego superficial y diferentes láminas de riego aplicadas.

MATERIALES Y MÈTODOS

Este trabajo de investigación se realizó en el Instituto de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias en las instalaciones del Campo Experimental La Laguna, ubicado en Matamoros, Coahuila, México, durante el ciclo otoño invierno 2012-2013; a una altitud de 1150 msnm, entre los paralelos 25° 32´ de latitud norte y los meridianos 103° 14´ de longitud oeste.

Se sembró avena variedad Chihuahua. El rego se realizó con un sistema de riego superficial por multicompuertas.

Se evaluaron tres láminas de riego en base a datos de evaporación libre histórica (4 años) del tanque evaporímetro tipo “A” (Nimmo, 1964). Posteriormente, se ajustaron a la demanda atmosférica real. Los tratamientos correspondieron las láminas de riego equivalentes al 100 (T1), 75 (T2) y 50 % (T3) de la evaporación libre del taque evaporímetro tipo “A”, distribuidos en bloques al azar. La parcela experimental fue de 25.5 m^2, la parcela útil fue de 12 m^2.

El riego de establecimiento fue por superficial el 27 de noviembre de 2014 en un suelo de textura arcillosa, se utilizo un medidor volumétrico para estimar la lamina de riego.

La densidad de siembra fue de 130 Kg ha^{-1}. La fertilización de 100 kg N y 60 kg P_2O_5 ha^{-1} utilizando como fuentes de fertilización Urea y el MAP respectivamente. Se aplicó todo el N y todo el P al momento de la siembra.

La cosecha se realizó cuando el grano se encontraba en estado lechoso-masoso, se tomó una muestra de un kilogramo y se secó en una estufa de aire forzado a una temperatura de 65 ° C durante 72 h para determinar el porcentaje de materia seca (MS%) y estimar el rendimiento de forraje seco RFS (t ha^{-1}). Para la evaluación de la calidad nutricional, se tomaron muestras de plantas completas de aproximadamente un kilogramo y se secó de la misma manera. Se determinó contenido de proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), carbohidratos no fibrosos (CNF), lignina (LIG), total de nutrimentos digestibles (TND) y energía neta de lactancia (ENL) mediante espectroscopia en el cercano infrarrojo previamente calibrado. La eficiencia en el uso del agua de riego (EUAR) (kg FS m-3) se obtuvo con el RFS, PC en kg ha-1, FDA en kg ha-1, FDN en kg ha-1, LIG en kg ha-1, CNF en kg ha-1, TND en kg ha-1, ENL en Mcal ha-1 y el volumen de agua aplicado (m^3). Se tomaron datos de altura en cinco plantas al momento de la cosecha. Se realizó un análisis de varianza con el programa SAS 9.2 bajo los procedimientos GLM y múltiple comparación de medias (LSD) para cada uno de los experimentos.

RESULTADOS Y DISCUSIÒN

Variables agronómicas

Altura. Se tuvo una media de 104.91 cm. El tratamiento T1 (117.5 cm) y T3 (94.25 cm) fueron estadisticamente diferentes (P<0.05). El T2 fue estadisticamente similar a los demas tratamientos(P>0.05). Estas diferencias se deben principalmente a las variantes de disponibilidad del agua para la planta ya que afecta el proceso de transpiración en las etapas del cultivo (Coelho y Or, 1999).

Rendimiento de foraje verde (RFV). Se presentó una media de 20.72 ton/ha^{-1} con una variacion de 15.52 a 25.27 ton/ha^{-1}. El rendimiento de T3 fue inferior a los demas tratamientos(P<0.05). El T2 y T1 fueron similares para (P>0.05). Este valor se encuentra ligeramente por debajo de la media regional (SAGARPA, 2013).

Rendimiento de foraje seco (RFS). Se tuvo una media de 4.88 ton/ha^{-1} con una variacion de 3.6 a 5.97 ton/ha^{-1}. Los T1 y T2 fueron estadisticamente iguales (P>0.05) y superiores a el T3 (P<0.05).

En porcentaje de Materia Seca (**MS%**) no hubo diferencia estadisticamente significativa entre tratamientos (P>0.05). Sheafer (1988) obtuvo valores de materia seca similares.

Variables de calidad nutricional.

Fibra detergente ácida (FDA). El T1 fue estadisticamente superior a el T3 (P<0.05) pero T2 fue estadisticamente igual a T1 y T3 (P>0.05). A medida que aumenta la edad de la planta, se presentan incrementos en el contenido de FDA, Según Elizondo y Boschini (2001). Debido al calendario de riego en el que el T1 recibió más riegos distribuidos en el ciclo de cultivo, esto tuvo como respuesta que la planta incrementó su contenido de FDA en relación a los demás tratamientos.

Lignina (LIG). Se tuvo una media de 3.49% con una variacion de 3.22 a 3.75%. El porcentaje de lignina en el T2 fue estadisticamente superior a el T3 (P<0.05) pero similar a T1 (P>0.05). (Ver cuadro 1). La calidad del forraje asocia de manera negativa las concentraciones de FDA, FDN con la ENL y el TND, lo cual atribuye a la concentración de lignina en las paredes celulares. Así mismo a menor concentración de materia seca en planta mayor concentración de la proteína (Gastal y Lemaire 2002) y (Juárez y Bolaños 2007). Wu y Roth (2003) atribuyen el incremento de la digestibilidad a una menor contribución de fibras y lignina que se encuentran más concentradas en la parte baja de la planta. La digestibilidad tiene alta relación inversa con la concentración de lignina, ya que la lignina es esencialmente indigestible (Bolaños y Emile, 2011).

Las variables de: Proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), carbohidratos no fibrosos (CNF), total de nutrientes digestibles (TND), energía neta de lactancia (ENL), no presentaron diferencias estadisticamente significativas (P>0.05). Las medias de estas variables fueron: 14.89 %, 51.13%, 22.75 %, 77.82 % y 1.77 Mcalkg^{-1}, respectivamente.

Eficiencia en uso del agua de riego.

Para estas variables de respuesta no se presentó diferencia significativa en los tratamientos (P<0.05).

(EUAR) KgFSm^{-3}. El rendimiento de forraje seco por metro cúbico de agua aplicado tuvo una media de 0.89 k KgFSm^{-3} con una variación de 0.94 a 0.85 KgFSm^{-3}. Los tres tratamientos fueron estadisticamente iguales. Prasanna et al., (2008) mencionan que este comportamiento en produccion de biomasa vs agua aplicada se debe a que la evaporación diaria es un indicador fuerte en las demandas del riego ya que induce una mayor evapotranspiración y es afectada por las condiciones del clima. De la misma forma en las variables de calidad y EUAR no se presentaron diferencias estadisticas significativas (P>0.05). Las medias y rangos son los siguientes:

La producción de proteína cruda por metro cúbico de agua aplicada (**KgPCm^{-3})** tuvo una media de 0.12 Kg con una variaciòn de 0.14 a 0.12. El rendimiento de fibra detergente ácida por metro cúbico de agua aplicada (**KgFDAm^{-3}**) tuvo una media de 0.28 Kg con una variacion de 0.30 a 0.25 Kg. En rendimiento de fibra detergente neutra por metro cúbico (**KgFDNm^{-3}**) hubo una media de 0.45 kg con una variación de 0.49 a 0.42 kg. La producción de Lignina por metro cúbico de agua aplicada (**KgLIGm^{-3}**) tuvo una media de 0.03 Kg no hubo variacion entre tratamientos, fueron estadisticamente iguales.

En rendimiento de carbohidratos no fibrosos (**KgCNFm^{-3}**) hubo una media de 0.20 kg por metro cúbico.

Se tuvo una media de 0.68 kg de total de nutrientes digeribles (**KgTNDm^{-3}**) con una variaciòn de 0.75 a 0.64 kg. La energia neta de lactancia por metro cúbico de agua aplicada (**ENL**, **Mcalkg^{-1}m^{3}**). tuvo una media de 1.56 (Mcalkg-1)m3 con una variaciòn de 1.72 a 1.45 (Mcalkg-1) por m^3.

Cuadro 1. Valores de rendimiento, calidad nutricional y eficiencia del uso del agua del Avena.

	Nivel			
Variable	T1	T2	T3	Media
Agronómicas				
LR (cm)	67.5	54	42	
Altura (cm)	117.50 a	103.00 ab	94.25 b	104.91
RFV (tonha$^{-1)}$	25.37 a	21.27 a	15.52 b	20.72
MS%	23.50 a	24.25 a	23.25 a	23.66
RFS (tonha^{-1})	5.97 a	5.07 a	3.60 b	4.88
Calidad nutricional				
PC %	13.74 a	15.27 a	15.68 a	14.89
FDA %	33.09 a	32.43 ab	29.59 b	31.70
FDN %	52.85 a	51.63 a	48.93 a	51.13
LIG%	3.51 ab	3.75 a	3.22 b	3.49
CNF%	22.60 a	21.94 a	23.71 a	22.75
TND%	76.72 a	80.58 a	76.16 a	77.82
ENL (Mcalkg^{-1})	1.74 a	1.84 a	1.73 a	1.77
Eficiencia en el uso del agua				
KgFSm^{-3}	0.88 a	0.94 a	0.85 a	0.89
KgPCm^{-3}	0.12 a	0.14 a	0.12 a	0.12
KgFDAm^{-3}	0.29 a	0.30 a	0.25 a	0.28
KgFDNm^{-3}	0.46 a	0.49 a	0.42 a	0.45
KgLIGm^{-3}	0.03 a	0.03 a	0.03 a	0.03
KgCNFm^{-3}	0.20 a	0.20 a	0.20 a	0.20
KgTNDm^{-3}	0.67 a	0.75 a	0.64 a	0.68
ENL (Mcalkg-1)m3	1.53 a	0.72 a	1.45 a	1.56

CONCLUSIONES

La mayor producción de forraje seco se obtuvo en los tratamiento T1 y T2 donde la aplicación de agua fue de 67.5 y 54.0 cm de lámina de riego con lo que se logro producir 5.97 a 5.07 ton ha^{-1}, respectivamente.

En eficiencia del uso del agua no se encontraron diferencia entre tratamiento.

En calidad y uso eficiente del agua de riego, solo se encontraron diferencias estadísticas en FDA y LIG por efecto de los tratamientos estudiados.

BIBLIOGRAFIA

Bolaños A. E.D. y Emile, J C. 2011.Distancia entre surcos en el rendimiento y calidad de la materia seca de maíz y de sorgo Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias,2(3) pp. 299-312

Coelho, E. F. and D. Or. 1999. Root distribution and water uptake patterns of corn under surface and subsurface drip irrigation. Plant Soil 206: 123–136.

Elizondo, J. y C. Boschini. 2001. Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento y Calidad del forraje de maíz. Agronomía mesoamericana 12(2): 181-187. Faz, C. R y Núñez H. G.2004. Un calendario de riegos para la producción de forrajes con cereales de invierno. Memorias de la XVI semana internacional de agronomía FAZ-UJED pp. 753-757

FAO. Information System on Water and Agriculture, Aquastat. 2003.

Gastal F. G. Lemaire. 2002. N uptake and distribution in crops: An agronomical and ecophysiological perspective. J Exp Bot 2002;53:789-799.

Juárez HJ, Bolaños-Aguilar ED. 2007. Las curvas de dilución de la proteína como alternativa para la evaluación de pastos tropicales. Universidad y Ciencia. Trópico Húmedo 23(1):81-90.

Kang, S.Z., Zhang. L.Y.L., Hu X.T., Cai, H.J., Gu, B.J. 2002. Effects of limited irrigation on yield and water use efficiency of winter wheat in the loess Plateau of China. Agric. Water Manage.55,203-216.

Karam, F., Breidy J., Stephan G., Rouphael J., 2003. Evapotranspiration, yield and water use efficiency of drip irrigated corn in the Bekka Valley of Lebanon. Agric. Water Manage. 63 (2), 125-137.

Lozano del R.A.J. 2002. Triticales forrajeros para la Región Lagunera. Revista Agropecuaria Laguna. Noviembre-Diciembre 2002. No. 29. pp. 4-5.

Morton, T.G., Gold, A.J., Sullivan, W.M., 1988. Influence of over watering and fertilization on nitrogen losses from home lawns. j. Environ. qual. 17, 124–130.

Nimmo W.H.R. 1964. Measurement of evaporation by pans and tanks. www. born.gov.au en la red 07/12.

Oktem A. 2008. Effect of water shortage on yield, and protein and mineral compositions of drip – irrigate sweet corn in sustainable agricultural systems.

Prasanna, H. G., J. L.Chavez, P. D. Colaizzi, R. E. Steve, T. A. Howell, and J. A. Tolk. 2008. ET mapping for agricultural water management: present status and challenges. Irrig. Sci. 26: 223-237.

SAGARPA. 2013. *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera*. Resumen económico de la comarca lagunera 2012. Balance agrícola y producción pecuaria en la comarca lagunera. Coahuila y Durango. México.

Sheafer, C. C., C. B. Tanner, and M. B. Kirkhan,1988. Alfalfa water relations and irrigation. Agronomy 29:373-409.

Stone, P.J., R. Wilson D., D. Jamieson P., N. Guillespie R. 2001. Water deficit effects on sweet corn. II. Canopy development. Aust.J. Agric.Res. 52, 115-126.

Wu Z, G Roth (2002) Considerations in managing cutting height of corn silage. Departament of Dairy and Animal Science. The Pennsylvania State University. http://www. das.psu.edu/user/ publications/pdf/das03-72.pdf. Consultado 13 ago. 2004.

CALIDAD NUTRICIONAL DE HENOS DE ALFALFA EN EXPLOTACIONES LECHERAS DE LA REGIÓN LAGUNERA.

Gregorio Núñez Hernández[1] y Jorge Alberto Granados Niño[1].

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Blvd. José Santos Valdez 1200 Col. Centro 27440 Cd, Matamoros, Coahuila, México. nunez.gregorio@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Los forrajes son alimentos necesarios para los animales rumiantes como el ganado lechero debido a su contenido de compuestos fibrosos. El principal componente de los forrajes es la fibra seguido de carbohidratos no fibrosos. Con excepción de la alfalfa u otras leguminosas, los forrajes de gramíneas en su mayoría tienen menor contenido de proteína. La inclusión de los forrajes en las raciones suministra nutrientes más baratos, optimiza la fermentación y digestión de los alimentos en el rumen, así como la producción de leche y su contenido de grasa. La calidad nutricional de los forrajes se evalúa en gran medida a partir de la interpretación de análisis de laboratorio de composición química y digestibilidad con relación al consumo, disponibilidad, utilización de nutrientes y producción del ganado (Allen, 1996).

El porcentaje de proteína cruda considera aminoácidos y nitrógeno no proteico. La fibra de los forrajes se evalúa como fibra detergente neutro que está compuesta de celulosa, hemicelulosa y lignina (pared celular de los forrajes). Este componente de los forrajes es menos digestible que la proteína, carbohidratos no fibrosos, y grasa (contenido celular de los forrajes). El contenido de fibra es importante porque afecta negativamente el consumo por los animales, promueve la rumia de los animales, evita la acidez en el rumen y es fuente de energía. Los carbohidratos no fibrosos son azúcares, almidón y pectinas. Los carbohidratos no fibrosos se degradan rápidamente en el rumen, proporcionando energía a los microorganismos del rumen, pero en exceso pueden causar acidosis en el mismo. El contenido de energía de los alimentos no se puede medir, por lo que se estima a través de diferentes métodos. El método más común es a través del total de nutrientes digestibles (Weiss *et al.,* 1992). En el caso de ganado lechero, esta estimación se convierte a energía neta de lactancia (Núñez *et al.,* 2009).

Una manera de integrar y facilitar el uso de los análisis de laboratorio de los forrajes es lo que se conoce como calidad relativa de forraje. Este es un término que se utiliza desde 1982 en los Estados Unidos de América. El índice de calidad relativa de forraje considera los contenidos de proteína, fibra, azucares, almidones, pectinas y grasa; así como sus respectivas digestibilidades. La principal aplicación del índice de calidad relativa de forrajes es ver si la

calidad de los forrajes es adecuado a los requerimientos nutricionales de las diferentes clases de ganado lechero.

La alfalfa es considerada un forraje de buena calidad nutricional por su alto contenido de proteína, contenidos bajos de fibra y valor moderado-alto de energía. Sin embargo, su calidad nutricional es afectada por diversos factores agronómicos, así como durante su conservación. El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad nutricional de henos de alfalfa en explotaciones lecheras en la Región Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó en 10 establos de producción de leche ubicados en la Comarca Laguna. En estos establos se muestrearon los henos de alfalfa utilizados en la alimentación del ganado. El muestreo se realizó durante el 2012, 2013 y 2014. En cada establo se tomaron tres muestras al azar de aproximadamente 800 g de pacas de alfalfa clasificadas como alfalfa de primera y alfalfa de segunda. Las muestras se pesaron inmediatamente con una báscula digital, se identificaron y se trasladaron al Campo Experimental La Laguna. Se secaron al sol por dos días y después en una estufa de aire forzado a 65ºC por 72 horas hasta peso constante. En todas las muestras se determinó porcentaje de materia seca (PMS), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), carbohidratos no fibrosos (CNF), grasa (GC), digestibilidad de la fibra (D-FDN) y energía neta de lactancia (ENl) mediante espectroscopia en el infrarrojo cercano previamente calibrado (NIR por sus siglas en inglés). El índice de calidad relativa de forraje se determinó de acuerdo a Moore y Undersander (2002). El potencial de producción de leche por tonelada de materia seca se estimó mediante el programa Milk 2013 desarrollado por la Universidad de Wisconsin. Los análisis estadísticos se realizaron mediante estadística descriptiva y análisis de correlación (Steel y Torrie, 1980).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestra el porcentaje de PC (20.48 y 18.10 %), FDA (30.45 y 35.31 %), FDN (37.35 y 43.80 %), D-FDN (44.57 y 47.17 %), GC (1.93 y 1.72 %), CRF (32.62 y 29.60 %), RFQ (164.77 y 136.99 %), ENL (1.39 y 1.33 %) y PL (1287.95 y 1177.69 %) de henos de alfalfa de primera y segunda, respectivamente. Los Henos de alfalfa de primera tuvo mayor PC, GC y CNF que los henos de alfalfa de segunda ($P<0.05$). Por otra parte, el potencial de producción de leche fue superior para henos de primera con 1287.95 kg de leche por tonelada de materia seca en comparación a 1177.69 kg por tonelada de materia seca con henos de segunda.

Los análisis de correlación indican que la ENL se correlacionó significativamente de manera positiva con la GC (r=0.61;P<0.05), CNF (r=0.01;P<0.05), CRF (r=0.92; <0.05), D-FDN (r=0.61;P<0.05) y PL (r=0.88;P<0.05). En contraste, la ENL se correlacionó negativamente con la FDA (r=-0.06;P<0.05) y FDN (r=-0.28;P<0.05).

La CRF se correlacionó significativamente de manera positiva con la PC (r=0.73;P<0.05), GC (r=0.67;P<0.05), D-FDN (r=0.34;P<0.05) CNF (r=0.29;P<0.05), ENL (r=0.92;P<0.05) y PL (r=0.95;<0.05). En contraste, la CRF se correlacionó negativamente con la FDA (r=-0.37;P<0.05) y FDN (R-0.60;P<0.05).

La PL se correlacionó significativamente de manera positiva con la PC (r=0.73;P<0.05), GC (r=0.77;P<0.05), CNF (r=0.42;P<0.05), ENL (r=0.88;P<0.05) y CRF (r=0.95;<0.05). En contraste, la PL se correlacionó negativamente con la FDA (r=-047;<0.05), D-FDN (r=0.21;<0.05) y FDN (r=-0.68;<0.05).

En calidad nutricional del forraje de alfalfa, Núñez *et al.* (2010) indican valores de referencia de proteína cruda de > 18, concentraciones de fibra detergente neutro y ácido con valores de < 45 y < 35 %, respectivamente. La concentración de energía neta de lactancia (ENl) de referencia es de >1.4 Mcal kg^{-1}. Lo anterior indica que los henos de primera son de buena la calidad nutricional, mientras que algunos de los henos de alfalfa son de menor calidad en las explotaciones lecheras de la Región Lagunera.

Las vacas altas productoras y becerras menores de 6 meses requieren forrajes con valores mayores de 150 de calidad relativa de forraje. Las vacas medias y bajas productoras requieren forrajes entre 125-150. Las vaquillas menores de 1 año necesitan forrajes con valores entre 115 a 130, mientras que las vaquillas de 1 año y vacas secas requieren forrajes con valores de calidad relativa del forraje mayor a 100-120. En base a estos valores de referencia, la mayoría de los henos de alfalfa de primera se pueden utilizar en vacas altas productoras y los henos de segunda en vacas medias y bajas productoras, vacas secas y vaquillas mayores de 1 año.

Cuadro 1. Composición química, digestibilidad de la fibra, calidad relativa del forraje, energía y potencial de producción de leche de henos de Alfalfa de primera (alfalfa 1) y segunda calidad (alfalfa 2).

Variable	Alfalfa 1	Alfalfa 2	t	Alfalfa 1 D.E.	Alfalfa 2 D.E.
PC, %	20.48	18.10	P<0.05	2.43	2.51
FDA,%	30.45	35.31	P<0.05	5.19	4.87
FDN, %	37.35	43.80	P<0.05	6.86	5.78
D-FDN, %	44.57	47.17	P>0.05	15.81	11.81
GC, %	1.93	1.72	P>0.05	0.63	0.51
CNF, %	32.62	29.60	P>0.05	5.76	5.80
CRF, %	164.77	136.99	P<0.05	39.21	29.32
ENL, Mcal kg^{-1}	1.39	1.33	P>0.05	0.17	0.09
PL, kg ton MS^{-1}	1287.95	1177.69	P<0.05	178.20	127.47

PC, Proteína cruda; FDA, Fibra detergente Acida; FDN, Fibra detergente neutro; D-FDN, Digestibilidad de la Fibra detergente neutro; GC, Grasa Cruda; CNF, Carbonatos no (fermentables; CRF, Calidad relativa del forraje; ENl, Energía neta de lactancia y PL, Producción de Leche; t=prueba de t; desviación estándar.)

Cuadro 2. Correlaciones entre variables de calidad nutricional de henos de alfalfa de primera y henos de alfalfa de segunda en explotaciones lecheras de la Región Lagunera.

	PC	FDA	FDN	D-FDN	GC	CNF	VRF	ENL	PL
PC	1.00	-0.39*	-0.58*	0.17	0.65*	0.13	0.73*	0.61*	0.73*
FDA	-0.39*	1.00	0.90*	0.65*	-0.41*	-0.85*	-0.37*	-0.06	-0.47*
FDN	-0.58*	0.90*	1.00	0.50*	-0.52*	-0.86*	-0.60*	-0.28*	-0.68*
D-FDN	0.17	0.65*	0.50*	1.00	0.11	-0.74*	0.34*	0.61*	0.21
GC	0.65*	-0.41*	-0.52*	0.11	1.00	0.24	0.67*	0.61*	0.77*
CNF	0.13	-0.85*	-0.86*	-0.74*	0.24	1.00	0.29*	0.01	0.42*
VRF	0.73*	-0.37*	-0.60*	0.34*	0.67*	0.29*	1.00	0.92*	0.95*
ENL	0.61*	-0.06	-0.28*	0.61*	0.61*	0.01	0.92*	1.00	0.88*
PL	0.73*	-0.47*	-0.68*	0.21	0.77*	0.42*	0.95*	0.88*	1.00

(PC, Proteína cruda; FDA, Fibra detergente ácida; FDN, Fibra detergente neutro; D-FDN, Digestibilidad de la fibra detergente neutro; GC, Grasa cruda; CNF, Carbonatos no fibrosos; CRF, Calidad relativa del forraje; ENl, Energía neta de lactancia y PL, Producción de Leche.)

CONCLUSIONES.

Los Henos de alfalfa de primera tuvieron mayor PC, GC y CNF que los henos de alfalfa de segunda.

El potencial de producción de leche fue superior para henos de primera con 1287.95 kg de leche por tonelada de materia seca en comparación a 1177.69 kg por tonelada de materia seca con henos de segunda.

De acuerdo a la calidad relativa de forraje, la mayoría de los henos de alfalfa de primera se pueden utilizar en vacas altas productoras y los henos de segunda en vacas medias y bajas productoras, vacas secas y vaquillas mayores de 1 año.

BIBLIOGRAFÍA

Allen, M. S. 1996. Relationship between forage quality and dairy cattle production. Animal Feed Science Technology. 59:51-60.

Moore, J. E, and D.J. Undersander. 2002. Relative forage quality: An alternative to relative feed value and quality index. In *Proceedings 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium*. 32:16-29.

Núñez, H.G., J. A. Payán G., A. Peña R., F. González C., O Ruiz B. y C. Arzola A. 2010. Caracterización agronómica y nutricional del forraje de variedades de especies anuales en la región norte de México. Rev Mex Cien Pecu. 1(2):85-98.

Núñez, H.G., U. Figueroa. V., Y. I. Chew, M.., M. Ramírez D., J. I. Reyes, D.G. Reta, S., R. Faz, C., E.S. Osuna, C., E. Castro, M. 2009: Producción y aprovechamiento de forrajes. Núñez, H,G, A. Díaz, J. Espinosa G., L. Ortega R., L. Hernández A., H. Vera A., H. Román P., M. Medina C., F. Ruíz L. Eds. Producción de leche de bovino en el sistema intensivo. México. INIFAP.373 p.

Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics (2nd Ed). McGraw-Hill Book Company. 633.

Weiss, W. P., H. R. Conrad, and N. R. St.Pierre. 1992. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. Animal Feed Science and Technology. 39:95-110.

UJED FAZ

Informes

Carretera Gómez Palacio-Tlahualilo
Km 32 Venecia, Durango. Méx.
Teléfonos: 01 (871) 711 88 75 y 711 88 76
Correo electrónico:semana.faz@hotmail.com
http://faz.ujed.mx/eventos/sia27

Facultad de Agricultura y Zootecnia
FAZ UJED

Responsable:
Ph. D. Juan José Martínez Ríos
(jmartinez_rios@prodigy.net.mx)
DIRECTOR

UJED FAZ

Informes

Carretera Gómez Palacio-Tlahualilo
Km 32 Venecia, Durango. Méx.
Teléfonos: 01 (871) 711 88 75 y 711 88 76
Correo electrónico:semana.faz@hotmail.com
http://faz.ujed.mx/eventos/sia27

Facultad de Agricultura y Zootecnia
FAZ UJED

Responsable:
Ph. D. Juan José Martínez Ríos
(jmartinez_rios@prodigy.net.mx)
DIRECTOR