UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO
FACULTAD DE AGRICULTURA Y ZOOTECNIA
Venecia, Durango, México

25ª Semana Internacional de Agronomía

Memoria

ISBN: 978-607-503-142-2

Editores

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

ISBN: 978-607-503-142-2

9 al 13 de Septiembre del 2013
Centro de Convenciones Posada del Río
Gómez Palacio, Durango, México.

UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO
FACULTAD DE AGRICULTURA Y ZOOTECNIA
Venecia, Durango, México

25ª Semana Internacional de Agronomía

Memoria

ISBN: 978-607-503-142-2

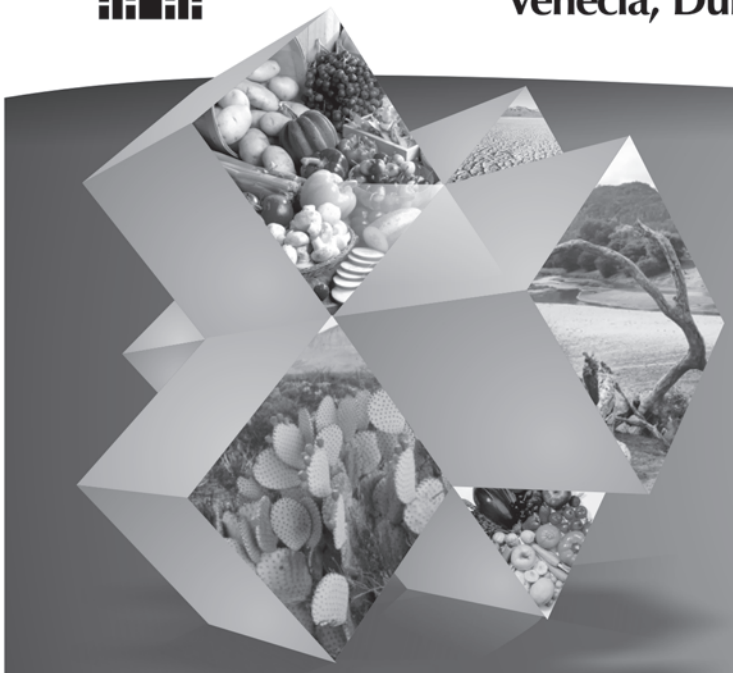
Editores

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

ISBN: 978-607-503-142-2

9 al 13 de Septiembre del 2013
Centro de Convenciones Posada del Río
Gómez Palacio, Durango, México.

UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO
FACULTAD DE AGRICULTURA Y ZOOTECNIA
Venecia, Durango, México



25ª SEMANA INTERNACIONAL DE AGRONOMÍA

MEMORIA

ISBN: 978-607-503-142-2

EDITORES:
Ph. D. Juan José Martínez Ríos
M.C. Judith Puentes Gutiérrez
M.C. Mayarín de Jesús Vázquez Navarro
M. C. José Manuel 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 11, 12 y 13 de Septiembre del 2013

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/semana25.html

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

NOTA IMPORTANTE

Para la elaboración de los trabajos que aquí se presentan se proporcionaron a los autores instrucciones específicas sobre la extensión, 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 así, los editores acordaron ajustar a un formato y corregir algunos errores, que a juicio de estos lo ameritaban. Sin embargo, la información original jamás se modificó y, pueden haberse omitido algunos errores tipográficos, aún así el contenido de los trabajos de investigación 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.

PRESENTACION

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 más de su fundación mediante la realización de su evento, con 25 años de manera consecutiva, denominado Semana Internacional de Agronomía.

Para llegar a la celebración de nuestro magno evento, se ha requerido el entusiasmo, latente y esfuerzo de toda la comunidad Universitaria de nuestra Facultad, a la gentileza de los conferencistas y participantes externos de la sección de carteles, así como al decidido apoyo de las autoridades centrales de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Esa 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 agrícolas (orgánicos y tradicionales), pecuarios, recursos naturales e impacto ambiental. Generando con ello, un panorama bastante amplio de los diversos aspectos que inciden sobre el desarrollo agropecuario sustentable de nuestra Comarca y del País.

En esta ocasión, la sección de carteles se ve enriquecida con más de 140 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 ámbitos regional. Los interesados encontrarán en esta sección trabajos relativos al manejo de recursos naturales, producción vegetal, producción animal, agricultura orgánica, sequía y cambio climático.

Al presentar este documento, estamos seguros que deberá ser una referencia obligada entre los interesados en la 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 JOSE MARTINEZ RIOS
Director de la Facultad de Agricultura y Zootecnia
Septiembre del 2013

ÍNDICE
SECCIÓN DE CONFERENCIAS

PRODUCCIÓN, CERTIFICACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE NUEZ PECANERA ORGÁNICA. 1
DR. Julio César Harsanyi Villa.

SOILS AND CLIMATE CHANGE—RESPONSE AND C SEQUESTRATION POTENTIAL 7
Ph.D. Curtis Monger

SEQUIA Y CAMBIO CLIMATICO 14
Israel Velasco

LA HIDROLOGÍA URBANA ANTE LOS RETOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO: EVALUACIÓN DE RIESGOS HIDROMETEOROLÓGICOS EN MICROCUENCAS PERIURBANAS DE CIUDAD JUÁREZ, CHIHUAHUA 23
Alfredo Granados Olivas, Chris Brown, Víctor H. Esquivel Ceballos, Hugo Luis Rojas Villalobos, Luis Carlos Alatorre Cejudo, Luis Carlos Bravo Peña, María Elena Torres Olave

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE BIODIGESTORES ANAERÓBICOS EN ESTABLOS Y GRANJAS PORCICOLAS. 29
Barrera-Flores Luis J.

USO DE INJERTOS EN HORTALIZAS 37
Arturo Gaytán-Mascorro, Yasmín Ileana Chew-Madinaveitia, David Guadalupe Reta-Sánchez, José De Jesús Espinoza-Arellano, Isidro Reyes Juarez.

LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN, LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS, LA ECONOMÍA Y LA ALIMENTACIÓN EN EL FUTURO 53
Francisco Molinar Holguín , Jerry L. Holechek, Eduardo Pérez Eguía, Enrique Salazar-Sosa

IRRIGATING BIOENERGY CROPS WITH ALTERNATIVE WATERS 63
Niu, G., Sun, Y., Osuna, P.

LA EMBRIOGÉNESIS SOMÁTICA *IN VITRO* Y SU VARIACIÓN GENÉTICA INDUCIDA EN PASTOS DE *SETARIA ITÁLICA L.* Y *BOUTELOUA ERIOPODA* TORR. TORR. EN REGIONES SEMI-ÁRIDAS 68
Osuna-Ávila, P, Barrow, J. Nava-Cedillo, A., Cabrera-Ponce, J.L., Jofre-Garfias, A , Corral-Díaz, B, Flores-Margez, J.P.,Olivas, ' Borrego-Ponce, A

PROBLEMÁTICA DEL AGUA DE RIEGO EN GUANAJUATO Y PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS CON FERTIRRIGACIÓN 75
Dr. Alejandro Rodríguez Guillén

HUELLA HÍDRICA Y ECOLÓGICA: UN NUEVO CONCEPTO EN LA SOSTENIBILIDADDE LOS AGROECOSISTEMAS 80
Marroquín-Agreda Francisco, Toledo Toledo Ernesto, Lerma Molina José Noé , Ley de Coss Alejandro, Rodríguez Morales Juan Alberto

ÍNDICE
SECCIÓN CARTELES

RESPUESTA DE LA SOYA A LA SIMBIOSIS POR *Bradyrhizobium japonicum* Y *Rhizophagus intraradices* EN CONDICIONES SEMIÁRIDAS DEL NORTE DE TAMAULIPAS 86
Arturo Díaz Franco y Agustín Magallanes Estala

DETERMINACION DE LA HUELLA HÍDRICA AZUL EN LOS CULTIVOS FORRAJEROS DEL DR-017, COMARCA LAGUNERA 93
José Luís Ríos Flores, Marco Antonio Torres Moreno, Miriam Torres Moreno, Rafael Castro Franco, Elizabeth Hernández Santiago, Lorenzo Salas Baez

PRODUCTIVIDAD FÍSICA, ECONÓMICA Y SOCIAL DEL AGUA SUBTERRÁNEA PARA RIEGO EN MAÍZ GRANO EN LOS DR-017, COMARCA LAGUNERA Y EL DDR-008, CHIHUAHUA, CHIHUAHUA 99
José Luís Ríos Flores, Marco Antonio Torres Moreno, Wilfrido Barraza Carrillo, José Ruiz Torres, Miriam Torres Moreno

EFICIENCIA FÍSICA, ECONÓMICA Y SOCIAL DEL AGUA IRRIGADA EN EL CULTIVO DE NARANJA (*Citrus sinensis L. Obseck*) EN NUEVO LEÓN, MÉXICO 105
José Luís Ríos Flores, Miriam Torres Moreno, Marco Antonio Torres Moreno, Jorge Ortiz, José Ruiz Torres

SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE UN BOMBEO FV CON GOTEO- CINTILLA EN CULTIVO DE TOMATE 111
Abel Román López, Marco A. Inzunza Ibarra, Magdalena Villa Castorena, Ernesto A. Catalán Valencia, Gerardo Delgado Ramírez, María de Lourdes González López.

CURVAS CARACTERISTICA HIDRAULICA DE UN POZO PROFUNDO, QUE DESDE SU CONSTRUCCION, PROPORCIONAN DIAGNOSTICO Y/O MEJORAMIENTO. 118
Abel Román López, Ernesto Catalán Valencia, Magdalena Villa Castorena, Marco A. Inzunza Ibarra, Manuel Eduardo Pérez Marroquin

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA DIETA Y PERFIL METABOLICO DE BOVINOS EN PASTOREO DURANTE LA SEQUÍA 127
Manuel Murillo Ortiz, Esperanza Herrera Torres, Osvaldo Reyes Estrada, Francisco O Carrete Carreón

CALIDAD NUTRITIVA DE HOJAS, TALLOS Y VAINAS DE ECOTIPOS DE PASTO BANDERITA (*BOUTELOUA CURTIPENDULA)* 132
Fernando Sánchez Arroyo, Adrian Quero Carrillo, Francisco O Carrete Carreón, Esperanza Herrera Torres, Manuel Murillo Ortiz

INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE FRIO A LA SEMILLA DE AJO SOBRE LA GERMINACION DE PLANTAS 138
Pedro Arredondo Lugo, Manuel Reveles Hernández, Gabriel García Herrera, Ricardo Trejo Calzada, José Ruiz Torres

CONTENIDO PROTEÍNA EN EL NOPAL *Opuntia ficus-indica* A DIFERENTES TIEMPOS CON *Sacharomyces cereviseae* **142**
Berúmen H. L., Herrera T.E., Murillo O. M., Páez L. J. B.

CALIDAD NUTRITIVA DE TRES GRAMÍNEAS FORRAJERAS A PARTIR DE LA PRODUCCIÓN DE GAS *IN VITRO* **145**
Miztli A Aroña Ríos, Manuel Murillo Ortiz, Esperanza Herrera Torres, Leslie Berúmen Hernández

CONTENIDO DE PROTEÍNA DEL NOPAL FORRAJERO FERMENTADO CON *Saccharomyces cerevisiae* **150**
Herrera T.E., Murillo O. M., Berúmen H.L. , Páez L.J.B

IDENTIFICACIÓN DE RAZAS DE *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* (SACC.) SNYDER AND HANSEN EN PREDIOS DE TOMATE EN SAN LUIS POTOSÍ **153**
Rosendo Hernández Martínez, Alfonso López Benítez, Fernando Borrego Escalante, José Espinoza Velázquez, David Sánchez Aspeytia, Ignacio Eduardo Maldonado Mendoza

EVALUACIÓN DE LA PALATABILIDAD RELATIVA DE DOS TIPOS DE FORRAJE VERDE HIDROPONICO (F.V.H), MAIZ (*Zea maíz)* Y TRIGO (*Triticum aestivum*) EN GANADO CAPRINO **159**
Maldonado JJA, Reyes JI, Vélez LI, Triana GM, Valle MED

VARIACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE CABRA BAJO EL SISTEMA EXTENSIVO EN DOS MUNICIPIOS DE LA REGIÓN SUROESTE DEL ESTADO DE COAHUILA. **162**
Maldonado JJA, Vélez LI, Isidro RLM, Triana GM

DÉFICIT y ABATIMIENTO DEL AGUA EN EL SUELO Y SU MODELAJE EN EL CULTIVO DE PAPA **166**
Covarrubias R., J. M., Parga T., V. M., Briones S., G.

EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL POTENCIAL PRODUCTIVO DEL FRIJOL EN MÉXICO **174**
Guillermo Medina-García, José Ariel Ruiz-Corral, Gabriel Díaz-Padilla, Nadiezhda Y. Z. Ramírez Cabral

BIOESTIMULACIÓN SEXUAL (EFECTO MACHO) A CORRAL ABIERTO CONTRA TRADICIONAL EN CABRAS CRIOLLAS EN ANESTRO. **180**
Vélez LI, Maldonado JJA, Chávez SAU, Valle MED, Véliz FG, Salinas GH

CRITERIOS HIDROGEOQUIMICOS PARA VALORAR LA CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO **183**
José Luis González Barrios, Magdalena Villa Castorena, Ernesto Catalán Valencia, Guillermo González Cervantes, Ma. del Carmen Potisek Talavera

INOCULANTES MICORRÍZICOS PARA EL CONTROL DE *Rotylenchulus reniformis* (TYLENCHIDA: HOPLOLAIMIDAE) EN *Carica papaya cv.* MARADOL **190**
E. Herrera-Parra, M. Lozano-Contreras, F. Santamaría Basulto, J. Cristóbal-Alejo

RESPUESTA DEL CULTIVO DE MAÍZ A BIOFERTILIZANTES: CASO MUNICIPIO DE MUNA, YUCATÁN. 197
Mónica G. Lozano-Contreras, Elizabeth Herrera-Parra, Jairo Cristóbal-Alejo, Arturo Díaz-Franco

FACTORES QUE AFECTAN LA CONFORMACIÓN CORPORAL EN CORDEROS BLACKBELLY Y F1 DESTETADOS 203
Rojas RO, Murguía OM, GCantón CJ

AFINIDAD Y EFECTO DE DIVERSOS INOCULANTES MICROBIANOS EN MAÍZ 209
Mónica G. Lozano-Contreras, Arturo Díaz-Franco, Flor Elena Ortiz-Cháirez, Gerardo Armando Aguado-Santacruz, Oscar Arath Grageda-Cabrera

LA INOCULACIÓN DE *Rhizopaghus* y *Azospirillum* PERMITE REDUCIR LA CANTIDAD DE FERTILIZANTES QUÍMICOS SIN REDUCIR EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTO DE PAPAYA MARADOL 216
Mónica G. Lozano-Contreras, Felipe Santamaría-Basulto, Elizabeth Herrera-Parra

ANÁLISIS COMPARATIVO DE PRODUCTIVIDAD Y SUSTENTABILIDAD DE DOS VARIEDADES DE PAPA, EN LA SIERRA DE ARTEAGA COAHUILA. 222
Ildefonso García Aparicio, Víctor M. Parga Torres, Tomas E. Alvarado Martínez, Enrique Navarro Guerrero

AGRUPAMIENTO DE GERMOPLASMA DE PAPA POR TOLERANCIA AL SÍNDROME DE LA PUNTA MORADA. 227
Víctor M. Parga Torres, Víctor M. Zamora Villa, Juan M. Covarrubias Ramírez, Isidro H. Almeyda León, Humberto A. López Delgado, Román Flores López.

POTENCIAL FORRAJERO Y CALIDAD NUTRICIONAL DE 14 MATERIALES DE MAÍZ EN LA REGIÓN DE LOS ALTOS DE JALISCO 233
Jorge H. Villarreal, Luis E. Arias, Primitivo Díaz, Ricardo A. Sánchez.

REGIONALIZACIÓN DEL CULTIVO DE GOMA GUAR (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) EN MÉXICO 240
Ramírez Jaramillo G, Cano González A

SELECCIÓN DE ESPECIES UTILIZADAS EN PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES EN EL ESTADO DE TABASCO 246
Ramírez Jaramillo G, Jiménez Colchado J. M, Maya Martínez A, Hernández García G, De La Rosa Vásquez A.

VALORACIÓN DE LA INMUNIDAD PASIVA Y DEL CALOSTRO DE OVINOS TROPICALES DE PELO 251
Murguía OML, Rojas RO.

EL RIEGO OPORTUNO, UNA ALTERNATIVA PARA EL USO EFICIENTE DEL AGUA EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DE LAS ZONAS SEMIARIDAS 257
G. González-Cervantes; MC Potisek Talavera ; L.M. Valenzuela Nuñez , J.A. Chávez-Simental ,J.L. González Barrios

EFECTO DEL ÍNDICE TEMPERATURA-HUMEDAD SOBRE LA FERTILIDAD EN VACAS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN SEMIESPECIALIZADO/FAMILIAR EN LOS ALTOS DE JALISCO **264**
Estrada CE, Loza GJL, Flores LHE, Vera AHR, Montiel OLJ, Espinosa MMA, Villaseñor GF.

EFECTO DE LA EDAD AL DESTETE, PESO Y ESTATURA AL NACIMIENTO SOBRE EL DESARROLLO DE BECERRAS BAJO EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN FAMILIAR EN LOS ALTOS DE JALISCO **271**
Estrada CE, Espinosa MMA, Montiel OLJ, Gutiérrez MJP.

BECERRAS ALIMENTADAS CON CALOSTRO PASTEURIZADO: EFECTO SOBRE LA TRANSFERENCIA DE INMUNIDAD PASIVA **277**
González Avalos Ramiro, González Avalos José, Peña Revuelta Blanca Patricia, Núñez González Lilia Esmeralda, Pérez Rebolloso Elizabeth, Macías Estrada Juan Carlos, Reyes Carrillo José Luis

CONSUMO DE AGUA CLORADA EN BECERRAS LECHERAS **282**
González Avalos Ramiro, Chaidez Martínez Miguel Ángel, González Avalos José, Peña Revuelta Blanca Patricia, Núñez González Lilia Esmeralda, Pérez Rebolloso Elizabeth, Macías Estrada Juan Carlos, Reyes Carrillo José Luis

CRECIMIENTO DE BECERRAS LECHERAS ALIMENTADAS CON SUSTITUTOS DE LECHE CON DIFERENTE CANTIDAD DE PROTEÍNA **287**
González Avalos Ramiro, González Avalos José, Peña Revuelta Blanca Patricia, Núñez González Lilia Esmeralda, Pérez Rebolloso Elizabeth, Macías Estrada Juan Carlos, Reyes Carrillo José Luis

SEGUIMIENTO DE TRAYECTORIAS ESCOLARES DE LOS TÉCNICOS AGROPECUARIOS EN COAHUILA, CICLO ESCOLAR 2008-2011 **292**
Reyes Palacios R, Avalos Marines A., Urbina Alba M. I., Reyes Urbina A. I.

APLICACIÓN DE FERTILIZANTES Y MEJORADORES PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN DE GRANO DE SORGO **296**
Ortega MJ , Ortiz CFE, Espinosa RM

CARACTERÍSTICAS FORRAJERAS DE CEREALES DE GRANO PEQUEÑO EN LOS ALTOS DE JALISCO **300**
Jorge H. Villarreal, Luis E. Arias, Ulises López, Esteban S. Osuna, Gregorio Núñez, Ricardo A. Sánchez

GANANCIAS DIARIAS DE PESO DE BECERRAS HOLSTEIN DURANTE LA LACTANCIA MANTENIDAS BAJO SEGUIMIENTO DEL CONSUMO DE ALIMENTO CONCENTRADO **305**
Karla Rodríguez Hernández, Nicolás Valenzuela Jiménez, Mario Alberto Salazar Salazar, Gregorio Núñez Hernández, Alejandro Villa Godoy

RELACIONES FENOTÍPICAS ENTRE GRUPOS DE GIRASOL CULTIVADO, SILVESTRE Y SUS HÍBRIDOS PARA LA PRODUCCIÓN ORNAMENTAL **310**
José Luis Coyac Rodríguez, Armando Espinoza Banda, Mariela Olguín Villeda, Oralia Antuna Grijalva, Salvador Godoy Ávila

ANÁLISIS DE CALIDAD DE SEMILLA DE HIBRIDOS COMERCIALES DE MAÍZ FORRAJERO **316**
Oralia Antuna Grijalva, Armando Espinoza Banda, José Luis Coyac Rodríguez Yolanda Hernández Martínez, José Miguel Gómez Cervantes, Heriberto Quirarte Ramírez, Salvador Godoy Ávila y Anselmo González Torres

COMPORTAMIENTO DEL RENDIMIENTO Y EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA EN MAIZ FORRAJERO DE VERANO A DIFERENTES REGIMENES DE RIEGO **323**
Anaya S. A., Núñez H. G., Cruz Ch. J. J. , Faz C.R., Serrato M. H. A.

COMPORTAMIENTO DEL RENDIMIENTO Y EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA EN SORGO SUDAN A DIFERENTES REGIMENES DE RIEGO **329**
Anaya S. A., Núñez H. G., Cruz Ch. J. J. , Faz C.R., Serrato M. H. A.

IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN MEDIANTE TÉCNICAS DE TRAMPEO EN PLAGAS DE PSILIDO O PULGÓN SALTADOR Y PICUDO EN EL CULTIVO DE CHILE EN LA REGIÓN DE NAZAS, DGO. **335**
María Guadalupe Medina Chavarria, Héctor Zermeño González, Claudia Morales García, Evaristo Carrillo Castellanos, Ubaldo Nava Moreno

APTITUD COMBINATORIA EN CRUZAS DE GIRASOL CULTIVADO X SILVESTRE (*Helianthus annuus* L.) PARA LA PRODUCCIÓN DE ACEITE **341**
Mariela Olguín Villeda , Armando Espinoza Banda , José Luis Coyac Rodríguez, Oralia Antuna Grijalva , Salvador Godoy Ávila

EVALUACIÓN DE LA ADAPTACIÓN DE CINCO PORTAINJERTOS CLÓNALES DE DURAZNO (PRUNUS PÉRSICA L.) COMO ALTERNATIVA PARA SUELOS CALCÁREOS Y SALINOS EN AGUASCALIENTES. **347**
Cesar Fernando Perales-Vega, Ángel Lagarda Murrieta, Miguel Ángel Perales de la Cruz, Joaquín Madero Tamargo

CRECIMIENTO Y PRODUCCIÒN DEL FRIJOL A DOS TONALIDADES DE ACOLCHADO PLÁSTICO CON RIEGO SUBTERRÀNEO **353**
Morales M., G. D., Covarrubias R., J. M., Briones S., G., Royas P., C

EFECTO DE LA LÁMINA DE RIEGO EN EL RENDIMIENTO DE FORRAJE, CALIDAD NUTRICIONAL Y EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA EN SORGO SUDAN **360**
Cruz ChJJ, Núñez HG, Faz CR, Anaya SA

EFECTO DE LA LÁMINA DE RIEGO EN EL RENDIMIENTO DE FORRAJE, CALIDAD NUTRICIONAL Y EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA EN SOYA **367**
Cruz ChJJ., Núñez HG., Reta SDG, Anaya SA

EFECTO DEL AGUA APLICADA EN EL RENDIMIENTO, CALIDAD NUTRICIONAL Y EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA EN MAIZ FORRAJERO **372**
Núñez. HG., Cruz. Ch. JJ., Faz CR., Anaya SA, Olguín VS

EFECTO DEL ESTADO DE MADUREZ EN PRODUCCIÓN, FIBRA DIGESTIBLE, CONTENIDO DE ALMIDÓN Y VALOR ENERGETICO DE DOS HÍBRIDOS DE MAÍZ FORRAJERO **379**
Núñez GH, Sánchez DJI, Ochoa ME, Figueroa VU, Peña RA, González CF, y Faz CR

METODOLOGÍA PARA EL APROVECHAMIENTO DE PLÁNTULA DE MEZQUITE (*Prosopis sp*) **EN ZONAS ÁRIDAS DE AGUASCALIENTES** **384**
Jorge Alejandro Torres González, Antonio de Jesús Meraz Jiménez, Juan J. Romo Durán, José Luis Galarza Mendoza, Fernando Rufino Rodríguez

COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE GRANO Y APTITUD COMBINATORIA DE LÍNEAS DE MAÍZ **391**
Sergio Alejandro Zapata Adame, Armando Espinoza Banda, Oralia Antuna Grijalva, José Luis Coyac Rodríguez, Heriberto Quirarte Ramírez, Iván Macías García y Leocadio Gómez Fuentes

NIVELES DE INFESTACIÓN DEL PICUDO Y PARATRIOZA EN EL CULTIVO DE CHILE (*Capsicum annuum L.*) EN EL EJIDO DOLORES HIDALGO, NAZAS, DGO. **398**
Héctor Zermeño González, Claudia Morales García, Maria Guadalupe Medina Chavarria, Ubaldo Nava Moreno

RESPUESTA DE PLÁNTULAS DE ALGODONERO (*Gossypium herbaceum* L. *)* AL PREACONDICIONAMIENTO DE SEMILLAS CON SUSTANCIAS OSMÓTICAS **404**
Ma. Magdalena Villa-Castorena, Ernesto Alonso Catalán-Valencia, Marco Antonio Inzunza-Ibarra, Abel Román-López, José Luis González-Barrios, Hilario Macías-Rodríguez

DIGESTORES ANAERÓBICOS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGAS: PROBLEMAS OPERACIONALES Y POSIBLES SOLUCIONES **410**
Maritza Argelia Macías Corral , Jesús Arcadio Muñoz Villalobos, Gerardo Salazar Gutiérrez, José Antonio Cueto Wong

ESTRUCTURA DEL BOSQUE EN DOS COMUNIDADES DE MEZQUITE (*Prosopis laevigata* [HUMB. ET BONPL. EX WILLD.] M. C. JOHNST.) EN DURANGO **416**
Luis M. Valenzuela Núñez, Julio César Ríos Saucedo, Karen del R. Barrientos Armendáriz, Edwin Amir Briceño Contreras , Guillermo González Cervantes

RENDIMIENTO Y CALIDAD DE MELÓN ORGÁNICO PRODUCIDO BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO **423**
Karla Marlen García Villela, Pablo Preciado Rangel, Manuel Fortis Hernández, Juan Ramón Esparza Rivera, Miguel Ángel Segura Castruita, Jorge Arnaldo Orozco Vidal

RENDIMIENTO, COMPUESTOS FENÓLICOS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE FRUTOS DE MELÓN POR EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN ORGANICA 427
Domingo Jairo Sánchez Hernández, Pablo Preciado Rangel, Manuel Fortis Hernández, Juan Ramón Esparza Rivera, Esteban Sánchez Chávez, Pedro Cano Ríos

SISTEMA EN LÍNEA PARA LA PROGRAMACIÓN DEL RIEGO EN TIEMPO REAL EN COAHUILA 433
Catalán Valencia Ernesto Alonso, Villa Castorena Magdalena, Inzunza Ibarra Marco Antonio, Román López Abel, Delgado Ramírez Gerardo, González Barrios José Luis

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA GANANCIA DE PESO DE BECERRAS DURANTE LA LACTANCIA, EN UN ESTABLO BAJO EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN ESPECIALIZADO 441
Estrada CE, Espinosa MMA, Maldonado RE, Villaseñor GF, Álvarez GH, Montiel OLJ.

EFECTO DE LOS CONJUGADOS DEL ÁCIDO GRASO LINOLEICO (CLA) SOBRE EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO EN VACAS HOLSTEIN DEL SISTEMA FAMILIAR 447
Moreno MM, Estrada CE, Villagómez AME, Ramírez HR, Vera AHR, Gutiérrez AC Alvarado LE, Iñiguez GO.

CARACTERIZACIÓN MOLECULAR DE LAS RAZAS DE MAÍZ DE MÉXICO 453
Díaz-García Luis Antonio, Legaria-Solano Juan Porfirio, Arellano-Arciniega Sergio

MÉTODOS DE SIEMBRA Y FERTILIZACIÓN EN CUATRO VARIEDADES DE FRIJOL TIPO FLOR DE MAYO Y FLOR DE JUNIO 459
Sergio Arellano Arciniega, Esteban Salvador Osuna Ceja, Luis Antonio Díaz García, Luis Reyes Muro, Mercedes Borja Bravo, Ernesto Martínez Reyes, Alejandro Hernández Escudero, Carlos Rojas Santillán, Arturo Corrales Suastegui

DISTRIBUCIÓN Y USO POTENCIAL DEL GERMOPLASMA DE OLIVO PARA LAS ZONAS ÁRIDAS DE MÉXICO. 465
Miguel Ángel Perales de la Cruz, Miguel Angel Perales Vega, Ma Guadalupe Escobedo Carrillo, Cesar Fernando Perales Vega, Felipe García de León, Ma Cristina Torres, Samuel Colín Miranda

EVALUACIÓN DE LA ALBAHACA (*Ocimum basilicum* L) BAJO CONDICIONES DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN CASA SOMBRA. 470
José Luis Puente-Manríquez, Ely Ponce-Hernández, Reina Toledo-Estrada, José Ambrocio Bravo-Salas, Alejandro Moreno-Reséndez, José Simón Carrillo-Amaya, Juan de Dios Ruiz-De la Rosa

RESPUESTA ESTRAL Y OVULATORIA DE LAS OVEJAS DORPER X PELIBUEY JÓVENES Y ADULTAS ANÉSTRICAS ESTIMULADAS POR HEMBRAS EN CELO 475
Reséndiz-Hernández DS, González-Álvarez VH, Rodríguez-Martínez R., Robles-Trillo PA., Arellano-Rodríguez G., Meza-Herrera CA., Mellado M., Véliz-Deras FG De Santiago-Miramontes MA.

COEFICIENTES DE AJUSTE POR DESARROLLO DEL ALGODÓN Y MODELACIÓN EN BASE A ESTUDIOS LISIMÉTRICOS **480**
Inzunza Ibarra, Marco Antonio, Villa Castorena Magdalena, Catalán Valencia Ernesto Alonso, Abel Román López, Bueno Hurtado Palmira

LOCALIZACIÓN DE ZONAS APTAS PARA EL DESARROLLO DE LA AGRICULTURA PROTEGIDA EN BAJA CALIFORNIA SUR **486**
Hector Cirilo Fraga Palomino, Alicia López Méndez, Arturo Cruz Falcón, Francisco Higinio Ruiz Espinosa

VALIDACIÓN DEL USO DE PASTA DE HIGUERILLA EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS PRODUCTORES DE CARNE EN JALISCO **492**
Rafael Jiménez Ocampo, Jorge Alberto Rodríguez González, Rigoberto Rosales Serna, Rosa María Camacho Ruíz, Carlos López Coello

PRODUCTIVIDAD DE FORRAJE DE MAÍZ, AVENA Y SOYA EN TEMPORAL BAJO DOS MÉTODOS DE LABRANZA Y DOS FUENTES DE FERTILIZANTE **496**
Luis E. Arias, Jorge H. Villarreal, Esteban S. Osuna, Jorge A. Bonilla, Gregorio Núñez

VALIDACIÓN DEL RENDIMIENTO DE HIGUERILLA CULTIVADA EN DOS DENSIDADES DE POBLACIÓN EN EL ESTADO DE DURANGO **502**
Rigoberto Rosales Serna, Rafael Jiménez Ocampo, Sergio Arellano Arciniega

RESPUESTA SEXUAL DE LAS CABRAS NULIPARAS Y MULTÍPARAS CICLICAS DE LA RAZA ALPINO-FRANCES SINCRONIZADAS CON PROSTAGLANDINAS **510**
Rivas-Muñoz R, Carrillo E , Aldaco-Nuncio RA, Velázquez-Morales M, Fabela-Hernández A, García JA, Véliz FG

POTENCIAL FORRAJERO Y CALIDAD NUTRICIONAL DE 10 VARIEDADES DE LEGUMINOSAS FORRAJERAS EN LA REGIÓN DE LOS ALTOS DE JALISCO **514**
Luis E. Arias, Jorge H. Villarreal, Alfredo González Sotelo, Jorge A. Bonilla, Ricardo A. Sánchez, Esteban S. Osuna, Gregorio Núñez

RESPUESTA ESTRAL Y FERTILIDAD EN CABRAS CRIOLLAS CON BIOESTIMULACIÓN SEXUAL (EFECTO MACHO) A CORRAL ABIERTO. **520**
Vélez LI, Maldonado JJA, Chávez SAU, Valle MED.,Véliz FG, Salinas GH

PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE TRITICALE (*X Triticosecale Wittmack*) CON ESTIERCOL RESIDUAL, BAJO RIEGO SUPERFICIAL **524**
Héctor Idilio Trejo Escareño, Enrique Salazar Sosa, Ignacio Orona Castillo, Claudia Zamantha Chavarría Hernández , Enrique Salazar Melendez

PRODUCCIÓN DE CHILE JALAPEÑO (*Capsicum annuum* L.), BAJO CONDICIONES DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA E INORGÁNICA CON RIEGO POR CINTILLA Y ACOLCHADO PLÁSTICO **530**
José Ambrocio Bravo-Salas, José Luis Puente-Manríquez, Alejandro Moreno-Reséndez, José Humberto Castro-Alquisira

RELACIÓN ENTRE LA COBERTURA AÉREA Y LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA EN DOS SITIOS DE PASTIZAL EN EL ESTADO DE DURANGO **534**
Gutiérrez Gutiérrez Obed Gabriel, Quiñones Vera Jesús José, Valenzuela Rosales Juan José, García Gaytan José Juan, Gutiérrez Guzmán Ulises Noel

RESPUESTA DEL TOMATE EN INVERNADERO A LA APLICACIÓN DIFERENTES FRECUENCIAS DE RIEGO Y SUSTRATOS ORGÁNICOS **541**
Alejandro Moreno-Reséndez, Pedro Edwards Solar-Cruz, César Márquez-Quiroz, Víctor Martínez-Cueto, Mario García-Carrillo, Norma Rodríguez-Dimas, José Luis Reyes-Carrillo , José Luis Puente-Manríquez

DETERMINACIÓN PRELIMINAR DE COLIFORMES TOTALES Y FECALES EN MELÓN CANTALOUPE (*Cucumis melo* L.) EN SUSTRATOS ORGÁNICOS **550**
Alejandro Moreno-Resendez, Gabriel Escobar-Gordillo, María de Lourdes Froto-Madariaga, Silvia Guadalupe Fernández-Michel, Ma. Alejandra Chavira-Zuñiga

VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y EL RENDIMIENTO DE FRIJOL EN CONDICIONES DE TEMPORAL EN EL ESTADO DE DURANGO **556**
Gerardo Esquivel Arriaga, Armando López Santos, Ignacio Sánchez Cohen, Osías Ruíz Álvarez, Miguel A. Velásquez Valle, Palmira Bueno Hurtado

SIMULACIÓN DEL ESCURRIMIENTO EN UNA SUBCUENCA DEL SURESTE DE MEXICO UTILIZANDO EL MODELO WEAP **562**
Gerardo Esquivel Arriaga, Gerardo Delgado Ramírez, Miguel Rivera González, Juan Estrada Avalos, Ramón Trucíos Caciano

EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO Y TIEMPO DE COCCIÓN DE MATERIALES PINTOS DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) EN ZACATECAS. **568**
Nadiezhda R-Cabral, Ricardo Alonso Sánchez Gutiérrez, Raquel K. Cruz Bravo , Mariandrea Cabral Enciso

PRECIPITACIÓN, ANOMALÍAS DE PRECIPITACIÓNY HUMEDAD DISPONIBLE EN EL ESTADO DE ZACATECAS PARA JUNIO Y JULIO DEL 2013 **575**
Nadiezhda R-Cabral, Guillermo Medina García, Ricardo Alonso Sánchez Gutiérrez.

EVALUACIÓN DE MODELOS DE SIMULACIÓN PARA ESTIMAR EFICIENCIAS, EN RIEGO POR GRAVEDAD **581**
Miguel Rivera González, Juan Estrada Avalos, Ramón Trucios Caciano, Gerardo Arriaga Esquivel, Gerardo Delgado Ramírez

EVALUACIÓN DE LA TOLERANCIA A SALINIDAD Y SODICIDAD DE CUATRO ESPECIES DE PASTO, EN UN SUELO SALINO SODICO DE UN BOSQUE URBANO **590**
Miguel Rivera González, Miguel Ángel Aguilera López , Eduardo Aron Flores Hernández, Hilario Macías Rodríguez, Gerardo Esquivel Arriaga

EFECTO DE COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FORRAJE EN 12 HÍBRIDOS DE MAÍZ EN LA COMARCA LAGUNERA **594**
Martínez A. H.J., Carrillo A. J.S., Puente M. J.L., Espinoza B. A., Ramírez L. J.CH.

PRODUCCIÓN DE MAÍZ CRIOLLO EN DOS ROTACIONES DE CULTIVO, LABRANZA DE CONSERVACIÓN Y DOSIS DE FERTILIZACIÓN **601**
Jesús Arcadio Muñoz Villalobos, Maritza Angélica Macías, Miguel Agustín Velásquez Valle, Hilario Macías Rodríguez, Luis Mario Tapia Vargas

REMOCIÓN DE LA CARGA FISICOQUÍMICA Y COLIFORME DEL AGUA RESIDUAL SOMETIDA A UN PROCESO DE DILUCIÓN CON AGUA DEL RÍO BRAVO **607**
Miguel Palomo Rodríguez, Juan Guillermo Martínez Rodríguez, José de Jesús Espinoza Arellano, Rodolfo Faz Contreras, Magali Jeaneth López Calderón y Tania Ivón Minor Hinojosa

VALORACIÓN DE PLAGUICIDAS ORGANOCLORADOS EN AGUA RESIDUAL CRUDA PARA PROPÓSITOS DE IRRIGACIÓN **613**
Miguel Palomo-Rodríguez, José de Jesús Espinoza Arellano, Juan Guillermo Martínez Rodríguez, Rodolfo Faz Contreras, Magali Jeaneth López Calderón y Tania Ivón Minor Hinojosa

VALORACIÓN DE METALES PESADOS Y METALOIDES EN AGUA FREÁTICA SOMERA QUE RECIBE APORTACIONES DE AGUA RESIDUAL **618**
Miguel Palomo-Rodríguez, Rodolfo Faz Contreras, Juan Guillermo Martínez Rodríguez, José de Jesús Espinoza Arellano, Magali Jeaneth López Calderón y Tania Ivón Minor Hinojosa

USO DEL MODELO ARDBSN EN LA CARACTERIZACION DE CUENCAS HIDROLOGICAS EN ZONAS ARIDAS **623**
Juan Guillermo Martínez Rodríguez, Miguel Palomo-Rodríguez, Arturo Reyes González , Antonio Anaya Salgado

MANEJO ADECUADO DE SISTEMA DE RIEGO A PRESION **629**
Juan G. Martínez Rodríguez, Miguel Palomo Rodríguez, Arturo Reyes González, Antonio Anaya Salgado

CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE RIEGO PARCELARIO EN EL CULTIVO DE VID EN LA COMARCA LAGUNERA **634**
Juan G. Martínez Rodríguez, Arturo Reyes González, Miguel Palomo Rodríguez, Antonio Anaya Salgado

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA CUENCA DE SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS, CHIAPAS **640**
Ramón Trucíos Caciano, Gerardo Esquivel Arriaga, Gerardo Delgado Ramírez, Miguel Rivera Gonzalez, Juan Estrada Ávalos

CARACTERIZACIÓN Y DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* DE RESIDUOS DE LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES CON POTENCIAL PARA LA ALIMENTACIÓN EN BOVINOS **648**
Reveles Saucedo Fanny Olivia, Serna Campos Nadjeli Gabriela, Carrete Carreón Francisco Oscar, Rosales Serna Rigoberto, Häubi Segura Carlos Urban, Murillo Ortiz Manuel, Rodríguez Flores Santos

ESTIMACION DE LA BIOMASA HERBACEA EN AGOSTADEROS CON BASE A SU COBERTURA DETERMINADA EN FOTOGRAFIAS A NADIR 654
J.J. Valenzuela, J.J Quiñones, E. Castellanos, U.N. Gutiérrez, J Puentes, J.J. García, y O. Gutiérrez

APLICACIÓN DE PRODUCTOS DIGITALES EN LA ELABORACION DEL MAPA DE DISTRIBUCION DE Atriplex canescens (Purch), EN EL MUNICIPIO DE TLAHUALILO, DURANGO, MÉXICO. 662
Juan de Dios Quevedo Guillen, Juan José Martínez Ríos, Antonio Gallegos Ponce, Fernando Cabral Valdez

DOS DENSIDADES DE PLANTACIÓN EN CEBOLLA DE FOTOPERIODO CORTO EN CALERA, ZACATECAS 670
Manuel Reveles Hernández, Ángel Cid Ríos, Ricardo Trejo Calzada

RENDIMIENTO Y CALIDAD DE SIETE CULTIVARES DE CEBOLLA DE FOTOPERIODO INTERMEDIO EN CALERA, ZACATECAS, MÉXICO 675
Manuel Reveles Hernández, Ángel Cid Ríos, Ricardo Trejo calzada

RESULTADOS PRELIMINARES DE ENSAYO DE ENRAIZAMIENTO DE VARETA DE HIGUERA CON CRECIMIENTO ACTIVO EN CONTENEDORES DE PLASTICO CERRADOS. 680
Hilario Macías Rodríguez, Arcadio Muñoz Villalobos, Ma. Magdalena Villa Castorena, Miguel A. Velásquez Valle, Miguel Rivera González

RENDIMIENTO DE LINEAS DE FRIJOL TIPO PINTO ESTABLECIDO CON PUNTA DE RIEGO EN CALERA, ZACATECAS, MÉXICO 686
José Ángel Cid Ríos, Manuel Reveles Hernández, José Ruiz Torres

RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE FRIJOL FLOR DE JUNIO BAJO RIEGO EN CALERA, ZACATECAS, MÉXICO 691
José Ángel Cid Ríos, Manuel Reveles Hernández, José Ruiz Torres

PROCESO DE CRECIMIENTO DEL CULTIVO DE MELÓN CON EL USO DE DOS HUMATOS EN BIOESPACIO 696
Sarain Gómez de la Cruz, Héctor Zermeño González, M. del Carmen Potiseck, Guillermo González Cervantes,C. Patricia Chatú Toalá

REQUERIMIENTO DE RIEGO EN MAÍZ FORRAJERO MEDIANTE INFORMACIÓN CLIMÁTICA Y COEFICIENTE DE CULTIVO EN AGUASCALIENTES. 703
Osías Ruíz Álvarez, Omar Ivan Santana, Arturo Corrales Suastegui, Gerardo Esquivel Arriaga y Luis A. González Jasso

CRECIMIENTO DE PLÁNTULA DE MELÓN (*Cucumis melo* L.) POR EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL BIOFERTILIZANTE INIFAP 709
Jaime Carrillo-Fernández, Manuel Reveles-Hernández, José Ángel Cid-Ríos, Luis Roberto Reveles-Torres

DESARROLLO DE UN SOFTWARE PARA CALCULAR LAS EFICIENCIAS ELECTROMECÁNICAS EN EQUIPOS DE BOMBEO (EFEL 1.0) 714
Delgado Ramírez Gerardo, Rivera González Miguel, Estrada Ávalos Juan, Trucíos Caciano Ramón, Esquivel Arriaga Gerardo

INCREMENTO DE LA CALIDAD ESPERMATICA EN MACHOS CABRÍOS UTILIZANDO DIFERENTES TRATAMIENTOS REPRODUCTIVOS 721
Carrillo E, Angel-García O, Guillen-Muñoz JM, Rivas-Muñoz R,Zermeño H, Carrillo-Moreno E,Véliz FG

LABRANZA DE CONSERVACIÓN EN EL ALTIPLANO ZACATECANO 725
Alfonso Serna Pérez, Francisco G. Echavarría Ch., Jorge A. Zegbe Domínguez

CALIDAD DE ALIMENTOS EMPLEADOS EN LA CRIANZA DE BECERRAS EN SISTEMAS FAMILIARES-SEMITECNIFICADOS DE PRODUCCIÓN DE LECHE 731
Espinosa MMA, Estrada CE, Ramírez RE, Mellado BM, Montiel OLJ, Vera AHR, Loza GJL

PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE AVENA Y TRITICALE EN SIEMBRA INTERCALADA CON LEGUMINOSAS A DOBLE HILO. 737
Ricardo A. Sánchez Gutierrez, Ramón Gutiérrez Luna y Héctor Gutiérrez Bañuelos

EL CAMBIO CLIMATICO Y LOS PRONOSTICOS DE SIMULACION SOBRE LA DISTRIBUCION DE MAÍZ (*Zea mays*) EN MEXICO 741
Carlos Daniel Fierro Macías, María Elena Torres Olave, Jesús Pilar Amado Álvarez,Luis Carlos Alatorre Cejudo, Jaime Octavio Loya Carrillo, Samuel Alberto Aguilar Estrada, Jesús Antonio Bencomo Sáenz, Claudia Karina Legarreta Miranda

COSECHADORA DE SEMILLA DE PASTOS 746
Ernesto Martínez Reyes, Alejandro Hernández Escudero, Carlos Rojas Santillán

DISTRIBUCION POTENCIAL, ACTUAL Y FUTURA (AÑO 2050) DEL CARTAMO (*Carthamus tinctorius)*EN MEXICO 752
Luis Arturo Caraveo Caraveo, María Elena Torres Olave, Jesús Pilar Amado Álvarez, Luis Carlos Bravo Peña, Alan Joaquín Rodríguez Caraveo, Jaime Iván Rojo Venzor, Francisco Javier Domínguez, Luis Raúl Rodríguez Marín, Leoncio Ornelas Olivas

USO DE MODELOS DE SIMULACIÓN PARA OBTENER LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL DURAZNO (*prunus pérsica*) POR MEDIO DE VARIABLES BIOCLIMÁTICAS EN EL NORTE DE MÉXICO 757
Mario Iván Uc Campos, María Elena Torres Olave, Jesús Pilar Amado Álvarez, Lara Wiebe Quintana, ElifaletLópez González, Manuel Iván Gill Hernández, Luis René Cereceres, Jesús Alfredo Banda Granados, Javier Enríquez Domínguez

PREDICCION Y MODELACION DE LA DISTRIBUCION POTENCIAL, ACTUAL Y FUTURA DE LA CALABAZA (*Cucurbita pepo*) EN MEXICO 762
Alan Joaquín Rodríguez Caraveo, María Elena Torres Olave, Jesús Pilar Amado Álvarez, Hugo Luis Rojas Villalobos, Jaime Iván Rojo Venzor, Francisco Javier Domínguez, Luis Raúl Rodríguez Marín, y Leoncio Ornelas Olivas

PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA ADAPTACION DE MANZANO (*Malus domestica*) EN MÉXICO 767
Carlos Daniel Fierro Macías, María Elena Torres Olave, Jesús Pilar Amado Álvarez, Luis Carlos Alatorre Cejudo, Jaime Octavio Loya Carrillo, Samuel Alberto Aguilar Estrada, Jesús Antonio Bencomo Sáenz, Claudia Karina Legarreta Miranda

MODELOS DE SIMULACIÓN Y VARIABLES BIOCLIMÁTICAS EN LA OBTENCIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE LA UVA (*Vitis vinífera*) EN EL NORTE DE MÉXICO 773
Mario Iván Uc Campos , María Elena Torres Olave, Jesús Pilar Amado Álvarez, Luis Carlos Bravo Peña , Luis Carlos Alatorre Cejudo, Manuel Iván Gill Hernández, Luis René Cereceres, Jesús Alfredo Banda Granados, Javier Enríquez Domínguez

PORCENTAJE DE RENDIMIENTO COMERCIAL EN AJO VARIEDAD CALERENSE EN ZACATECAS EN TRES DENSIDADES DE PLANTACIÓN 778
Karina Casas-Gómez, Manuel Reveles-Hernández

PRODUCCIÓN Y RENTABILIDAD DE ALBAHACA (*Ocimum basilicum* L.) CON ESTIÉRCOL SOLARIZADO Y RIEGO POR CINTILLA EN LA COMARCA LAGUNERA 783
Orona-Castillo, I., Cervantes-Vázquez, M.G., Vázquez-Vázquez, C., Fortis-Hernández, M

EFICIENCIA DEL USO DE AGUA DE RIEGO EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJES EN LA CUENCA LECHERA DE AGUASCALIENTES 789
Santana Omar Iván, Núñez Hernández Gregorio, Ruíz Álvarez Osías, González Castañeda Fernando, Peña Ramos Alfonso

APROVECHAMIENTO NUTRIMENTAL EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MELÓN CON LA APLICACIÓN DE ESTIÉRCOL Y ÁCIDOS FÚLVICOS. 795
Potisek Talavera María del Carmen, González Cervantes Guillermo, Velásquez Valle Miguel, Macías Rodríguez Hilario

MEJORAMIENTO DEL SUELO CULTIVADO CON CHILE PARA SECADO MEDIANTE PRÁCTICAS AGRONOMICAS 801
Alfonso Serna Pérez, Jorge A. Zegbe Domínguez, Jaime Mena Covarrubias

RENDIMIENTO Y CALIDAD FORRAJERA DE MAÍZ Y SORGO BAJO DIFERENTES NIVELES DE RIEGO BASADOS EN LA EV_0 807
Santana Omar Iván, Núñez Hernández Gregorio, González Castañeda Fernando, Peña Ramos Alfonso, Ruíz Álvarez Osías

TRES DOSIS DE ESTIERCOL BOVINO SOLARIZADO Y DOS DENSIDADES DE SIEMBRA SOBRE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA FIBRA DE ALGODON 814
Navarro Morones Maribel, Dr. José Dimas López Martínez, Dr Cirilo Vázquez Vázquez, Dr. Héctor Idilio Trejo Escareño, José Luis García

INJERTACIÓN "EN VERDE" EN VID MEDIANTE DOS TIPOS DE INJERTO 819
Manuel Antonio Galindo-Reyes, Jesús Martín Fuantos-Mendoza, Mario Ortiz-Luevano

ANÁLISIS DE CRECIMIENTO DE ALGODÓN BAJO CONDICIONES DE ESTRÉS HÍDRICO **825**
Palmira Bueno Hurtado, Ignacio Sánchez Cohen, Gerardo Esquivel Arriaga, Marco A. Inzunza Ibarra

FERTILIZACION FOLIAR: EFECTO EN LA MADURACION Y CALIDAD DE MELON EN LA COMARCA LAGUNERA **831**
Damián Aguilera Tapia, Adrián Fabela Zacarías, Carlos Andrés Flores Márquez, Leticia Alfaro Hernández, Jesús Olague Ramírez, Pablo Gómez López.

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO EN RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTO EN SECO DE DOCE POBLACIONES AVANZADAS DE CHILE (Capsicum annuum L.) TIPO MIRASOL. **836**
José Simón Carrillo Amaya, Carlos Crespo Ruíz, Juan de Dios Ruíz de la Rosa y José Luis Puente Manríquez

PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA UVA EN LA VARIEDAD CABERNET SAUVIGNON (*Vitis vinifera* L.) BAJO TRES DENSIDADES **847**
Eduardo Madero Tamargo, Rodolfo Faz Contreras, Angel Lagarda Murrieta, Mauricio Sánchez Trinidad.

PRODUCCION Y CALIDAD DE LA UVA VARIEDAD CABERNET-SAUVIGNON (*Vitis vinífera* L.) SOBRE CINCO PORTAINJERTOS. **852**
Eduardo Madero Tamargo, Rodolfo Faz Contreras, Angel Lagarda Murrieta, Tania L. Ramirez.

EVALUACIÓN DE DOS LÍNEA DE POLLO DE ENGORDA BAJO CONDICIONES HOMOGÉNEAS DE GRANJA EN LA COMARCA LAGUNERA **858**
Gutiérrez-Guzmán Ulises Noel, Gaytán-García José Juan, López- Amador Norma, Puentes-Gutiérrez Judith, Martínez-Ríos Juan José, Maraña-Santacruz José Angel

PRODUCCION DE PLANTULAS DE TOMATE (*Lycopersicum esculentum;* Mill). EN FUNCION DE SUSTRATOS ORGANICOS Y LIXIVIADOS DE VERMICOMPOST **865**
M.C. Antonio Gallegos Ponce, Pedro Hernández Osornio, M.C. Alejandro Martínez Ríos, M. C. Miguel Fernando Sanchez, M.C. Juan De Dios Quevedo Guillen, M.C. Judith Puentes Gutierrez, M. C. José Ángel Maraña Santacruz

BALANCE NUTRIMENTAL Y RENDIMIENTO DE MELON APLICANDO FERTILIZANTES FOLIARES DE USO COMUN EN LA COMARCA LAGUNERA **873**
Adrián Fabela Zacarías, Jesús Olague Ramírez, Carlos Andrés Flores Márquez, Leticia Alfaro Hernández, Abel Rubini Ramírez Molina

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO, NITRÓGENO AMONIACAL Y UREICO EN CABRAS GESTANTES Y EN CRECIMIENTO EN PASTOREO DE ESQUILMO DE ALGODONERO **879**
Serrato Corona, J.S. De la Torre Vargas, F., García Sánchez, D. y Castellanos Pérez, E.

COMPOSICIÓN QUÍMICA Y PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE CUATRO CULTIVOS ALTERNATIVOS Y DOS TRADICIONALES EN LA COMARCA LAGUNERA **885**
Serrato Corona, J.S., Reta Sánchez J.G. y Ortiz Ángel M.

ESTUDIO DE COMPORTAMIENTO DE HIBRIDOS DE MAIZ FORRAJERO PARA LA COMARCA LAGUNERA **890**
Olague R.J., Hernández R.J.C., Montemayor T.J.A., Flores H.N., Alfaro H.L.

PRODUCCION DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill) BAJO CONDICIONES DE MALLA SOMBRA CON FERTIRRIGACIÓ Y FERTILIZACIÓN FOLIAR **895**
Olague R.J., Hernández R.J.C., Montemayor T.J.A., Fabela Z.A., Aguilera T. D.

FERTILIZACION ORGANICA Y QUIMICA DEL CULTIVO DE MAIZ (Zea mayz) DE TEMPORAL EN MICHOACAN **901**
Tapia Vargas Luis Mario, Larios Guzmán Antonio, Hernández Pérez Anselmo, García Barragán Alejandro, Jesús Arcadio Muñoz Villalobos

ADELANTO DE BROTACIÓN E INCREMENTO DE CALIDAD DE FRUTO EN VID EN CONDICIONES DE ACOLCHADO **906**
Manuel Antonio Galindo-Reyes, Melvin Noe Ubario Hernández, Ricardo Fabián Guevara-Medina, Carlos Hugo Castañeda-Esparza, Mario Ortiz-Luevano

PRODUCCION DE TRIGO HIDRÓPONICO EN UN INVERNADERO SEMI EQUIPADO **911**
Mario A. Niño Castañón, Edmundo Castellano Pérez, J. Santos Serrato Corona, Juan J. Martínez Ríos, Monserrath Compean Valenzuela, Erik H. López de los Santos.

INFESTACIONES Y DAÑOS DEL MINADOR DE ARETES, *Coptodisca powellella* (LEPIDOPTERA: HELIOZELIDAE), EN HUERTAS DE NOGAL DE LA COMARCA LAGUNERA **916**
Verónica Ávila-Rodríguez, Urbano Nava-Camberos

POBLACIONES DE PULGONES Y ARTRÓPODOS DEPREDADORES Y SUS RELACIONES EN HUERTAS DE NOGAL CON DIFERENTE MANEJO DE INSECTICIDAS **921**
Verónica Ávila-Rodríguez, Urbano Nava-Camberos

DETERMINACIÓN DE INDICADORES FÍSICOS DEL SUELO EN CINCO SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE **926**
Magdalena Guadalupe Villarreal Rodríguez, Cirilo Vázquez Vázquez, Ignacio Orona Castillo, Esperanza Herrera Torres, Federico Rosales Alferez.

SECCIÓN

DE

CONFERENCIAS

PRODUCCIÓN, CERTIFICACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE NUEZ PECANERA ORGÁNICA.

DR. JULIO CÉSAR HARSANYI VILLA.

¿QUÉ ES LA AGRICULTURA ORGÁNICA?

Es un sistema de producción que fomenta y mejora la salud del agro ecosistema, los sistemas de producción orgánica se basan en normas cuya finalidad es lograr agro-ecosistemas sostenibles desde el punto de vista: Social, Ecológico, Económico.

Esta pequeña definición la logramos a partir de otras más amplias, tomando lo más importante para el motivo de esta plática.

Hablamos de un sistema de producción porque nuestra tierra, rancho o parcela de la cantidad de hectáreas que sea. Es nuestro negocio y por lo tanto, debemos ser lo más productivos y eficientes posible.

Decimos que es un sistema que se basa en normas y estas son principalmente el **no** uso de fertilizantes, insecticidas, herbicidas, fungicidas de origen sintético o químico. Así como la **no** utilización de elementos mejorados genéticamente. Ejemplo: semillas transgénicas.

Esto no quiere decir que no vamos a aplicar ningún insumo a nuestros cultivos, sino que los vamos a sustituir por insumos orgánicos.

Señalamos que es lograr un Agro-ecosistema Sostenible, con esto queremos decir que en nuestra actividad como agricultores y ganaderos somos los más afectados o beneficiados por los cambios que puedan ocurrir en la ecología de una región, por eso la palabra **agro-eco-sistema**.

Y con la palabra sostenible o sustentable tan llevada y traída en la actualidad… quiere decir, que nuestra base de producción como es el suelo y los elementos que lo rodean formando el ecosistema, sean capaces de producir una cosecha y no perder en el caso del suelo su fertilidad, para que a través de los años y las generaciones sigan siendo productivas y fértiles; sosteniendo su calidad o mejorándolas si es posible. En cuanto al ecosistema, no provocar erosiones, deforestación, perdida de los ríos, etc. Lo que nos lleva a cambios climáticos que afectan severamente nuestra actividad.

En la Agricultura Orgánica hablamos de un beneficio social, principalmente porque la **no** utilización de fertilizante e insecticidas químicos nos disminuye el riesgo de enfermedades dentro de la población, que van desde intoxicaciones agudas en algunos casos leves y en otros, hasta provocar la muerte. Así como enfermedades de tipo degenerativas: algunos tipos de cáncer, enfermedades alérgicas y malformaciones genéticas.

Además, el beneficio social lo apreciamos en el gasto económico que realizamos al adquirir insumos. En el caso de la Agricultura Orgánica se reparte dentro de la misma comunidad o la región, ejemplo:

- 1.- Si gastamos 1,000 pesos en fertilizante granulado químico (sulfato de amonio, urea, nitratos), 100 pesos se quedarán en la región para el distribuidor que nos lo vendió. El resto, 900 pesos se irán fuera de la región o el país puesto que muchos de los fertilizantes granulados químicos son de importación.

- 2.- En el caso de la agricultura orgánica, si gastamos 1,000 pesos:
  300 pesos los usamos en la compra de estiércol con el vecino o el pariente.
  200 pesos pagamos del flete de ese estiércol.
  200 pesos ocupando un trabajador para que ayude a fabricar la composta.
  200 pesos que ganará el distribuidor de los insumos.
  100 pesos en materiales que compremos en nuestra comunidad.
  De esta manera, se observa que el dinero se distribuye dentro de nuestra comunidad o nuestra región y generamos fuentes de empleos.

Así podemos apreciar el beneficio social de la Agricultura Orgánica evitando enfermedades, creando empleos y distribuyendo localmente el dinero para los insumos agrícolas.
En lo que se refiere al beneficio ecológico obviamente la utilización de fertilizantes químicos nos lleva a la contaminación de los ríos, la muerte de infinidad de animales hasta su extinción, pérdida de plantas silvestres y pérdida de la fertilidad de los suelos (capacidad de producir).
Con el uso de fertilizantes orgánicos detenemos estos procesos negativos y en algunos casos los podemos revertir.
Desde el punto de vista económico, el más importante puesto que la agricultura es un negocio y no podemos ser muy buenos en las labores sociales y ecológicas sin obtener una utilidad económica, con el empleo de la Agricultura Orgánica logramos disminuir los costos de producción, fabricando nosotros mismos gran parte de nuestros fertilizantes, además, podremos aspirar a un mejor precio de nuestras cosechas porque tendremos una calidad adicional que es “el no contenido de residuos tóxicos en nuestras hortalizas, frutos, granos etc.”

¿CÓMO SE INICIA LA AGRICULTURA ORGÁNICA?

El uso de métodos en la agricultura que preserven el medio ambiente y la capacidad de producir son tan antiguos como las culturas Maya, Azteca y Egipcia. Y lo hacían probando los recursos naturales que tenían a su alrededor puesto que no existían fertilizantes químicos. De esta manera, fueron desarrollando técnicas para el composteo del estiércol, el uso de algas marinas como abono, la utilización de algunos extractos de plantas como insecticidas y repelentes y la rotación de los cultivos.

Con la aparición de los fertilizantes químicos se fueron perdiendo estas técnicas de producción y aproximadamente en los años cincuenta se retomó con ayuda de la tecnología moderna el rescate de los métodos de composteo, el desarrollo de la lombricultura, los controles biológicos, la reproducción de biofertilizantes.

En los últimos años, cuando las personas en los países desarrollados empezaron a cuidar más su alimentación descubrieron que no tenían referencias de los fertilizantes, insecticidas, herbicidas o fungicidas, aplicados en los cultivos por los agricultores en cualquier parte del mundo que se encontraran. Ejemplo: un consumidor en Europa al comer una sandia no sabe si el agricultor en Latinoamérica, Asia o mismo Europa aplicó tal o cual insecticida o la cantidad de éste.

Por lo que nació la necesidad de crear las normas y técnicas, así como los métodos de inspección y certificación para estar ciertos que los alimentos efectivamente no fueron tratados con insumos químicos.

Existiendo en la actualidad leyes en los diferentes países para garantizar el **no** uso de químicos en los cultivos orgánicos.

También aparecieron Agencias de Certificación privadas, debidamente reconocidas por los gobiernos de los diferentes países, para dar el servicio de inspección a los agricultores orgánicos.

CAUSAS DEL CRECIMIENTO DE LA AGRICULTURA ORGÁNICA

La demanda por parte de consumidores con alto potencial económico y cultural en los países más desarrollados (USA, Japón, Comunidad Europea), de alimentos orgánicos certificados, ha provocado un aumento de la demanda en un 5% anual, siendo la Agricultura Orgánica la de mayor crecimiento en el sector agrícola mundial.

Los principales componentes de esta creciente demanda son:

1.- La certeza por parte del consumidor de adquirir alimentos sin residuos tóxicos, esto es que el agricultor no utilizó fertilizantes ni insecticidas químicos para la producción.

2.- Que los agricultores orgánicos respetan el medio ambiente utilizando técnicas de producción amigables con su entorno. Primero, como mencionábamos, porque es el principal afectado por los desastres ambientales. Segundo, porque los habitantes de los países desarrollados entendieron que un daño al ambiente en un lugar lejano los llega a afectar en su país, tarde que temprano.

3.- Porque el consumidor tiene la certeza que los productores orgánicos respetan un reglamento que se denomina justicia social, que se refiere entre otros aspectos a no discriminar a los trabajadores de diferentes etnias, sexo, la no explotación de menores de edad, entre otros, así como mantener dentro del área de trabajo condiciones de higiene y seguridad aceptables, etc.

Es por estas tres principales razones que el consumidor esta dispuesto a pagar un sobreprecio del 20 al 200% por productos orgánicos certificados. Y como consecuencia los productores agropecuarios están incursionando en esta área por el beneficio económico que representa, sin olvidar los beneficios sociales y ecológicos que mencionamos anteriormente siendo estos dos últimos un regalo de la Agricultura Orgánica para estos modernos agricultores.

OTROS TÉRMINOS APLICADOS A LA AGRICULTURA ORGÁNICA

Estos son: Agricultura Ecológica, Biológica, Natural o Alternativa.

Todos estos términos quieren decir lo mismo, que es una técnica de producción bajo ciertas normas establecidas sin el uso de químicos y con una certificación oficial por parte de una agencia acreditada o por un gobierno reconocido.

PROCESO DE CERTIFICACIÓN

Cuando un agricultor decide no aplicar insumos sintéticos o químicos y empezar a utilizar los fertilizantes e insecticidas orgánicos, apegándose a las Normas de la Agricultura Orgánica, ya sea simplemente por fabricar sus fertilizantes y disminuir sus costos de producción, por no contaminar el medio ambiente con substancias toxicas o poder aspirar a un mercado de calidad donde el sobreprecio varia del 20-60%, dependiendo del producto.

En este momento el agricultor se pone en contacto con alguna Agencia Certificadora, la cual obviamente este avalada a nivel internacional por IFOAM (Federación Internacional del Movimiento de Agricultura Orgánica) o algún gobierno como USA, CEE, JAPON y reconocida por las compañías compradoras de productos orgánicos.

Para iniciar la Certificación el agricultor solicita una Inspección por parte de la Agencia Certificadora, que previo pago:

Envía a personal capacitado para realizar una serie de preguntas. Donde se determina que tipo de fertilización, manejo de plagas y enfermedades, calidad del agua, manejos culturales, condiciones de manejo de los vecinos, condiciones de vivienda y salud de los trabajadores etc., tiene el predio a certificar durante los últimos 3 años.

Al recabar toda esta información y hacer una inspección visual del predio y sus instalaciones se envía un Reporte de Inspección donde un Comité Certificador determinará la condición de ese predio. Donde podría ser certificado como:

Transición: Cuando ya se está apegado a las Normas de Agricultura Orgánica, pero todavía no cumple el tiempo de desintoxicación del suelo.

Orgánico: Cuando ya se cumplió con el Periodo de Transición y se cuenta con un Programa de Manejo Orgánico para el siguiente ciclo.

La Inspección deberá realizarse anualmente y se podrán hacer visitas sorpresa a los predios certificados para corroborar la información dada por el agricultor.

Se certifica cualquier tipo de cultivo, así como producciones pecuarias (cría de bovinos, gallinas, cabras) y procesos industriales como extracción de jugos, fabricación de lácteos, producción de mermeladas, etc.

COMERCIALIZACIÓN Y MERCADOS ORGÁNICOS

En la actualidad el mercado nacional de productos orgánicos se centra principalmente en grupos de consumidores que reconocen ésta calidad y se organizan para comprar alimentos orgánicos, poniéndose en contacto con los agricultores.

También se están haciendo intentos para que los productores orgánicos se organicen y puedan ofertar sus productos a consumidores comerciales (restaurantes, hoteles, cadenas comerciales).

En el ámbito internacional se tienen cifras muy halagadoras pues el número de consumidores regulares esta aumentando año con año y la demanda está en franco crecimiento. Ante ésta situación, el Agricultor Orgánico deberá verificar si sus productos están dentro de la demanda internacional o deberá cambiar de cultivo por uno que sea de más fácil producción y de mayor demanda.

A continuación damos algunos datos generales para visualizar las condiciones del mercado orgánico:

1. En México aumentó la superficie de cultivos orgánicos certificados de 25,000 a más de 400,000 hectáreas en los últimos 10 años.

2. México capta más de 500 millones de dólares por la venta de sus productos orgánicos.

3. Actualmente son más de 30,000 productores en México dedicados a la producción de orgánicos.

4. A nivel mundial son más de 8 millones de hectáreas dedicadas a producción orgánica.

5. Los consumidores a nivel mundial gastan anualmente alrededor de $ 22,000 millones de dólares en productos orgánicos.

SOILS AND CLIMATE CHANGE—RESPONSE AND C SEQUESTRATION POTENTIAL

Ph.D. Curtis Monger

New Mexico State University,
Las Cruces, New Mexico, USA
cmonger@nmsu.edu

ABSTRACT

Do soils have a memory? Can they tell us about how soils of the past responded to climate change? In addition, can they be managed to sequester atmospheric carbon and mitigate climate change? This presentation examines soils and climate change from these two aspects: (1) soil as a recorder of climate change and (2) soil as a natural resource that can absorb and store atmospheric carbon dioxide, including CO_2 put into the atmosphere by burning fossil fuels. With respect to memory of climate change, geographers have known for centuries that climate exerts a major influence on the type of soil that forms in any region. In landscapes that are episodically buried by volcanic ash or sediments washed from upslope, the surface of the land is buried, including the soil profiles associated with the land and its ecosystem. When viewed in cross-section, the buried soils (also known as paleosols or fossil soils) provide information about climate before burial because a "memory" is carried by features of the buried soil, such as pedogenic carbonate and degree of chemical weathering. Additionally, unburied soils (or relict paleosols) which have also experienced climate change can carry a memory of paleoclimates by their mineralogy, horizon morphology, and isotopic composition. With respect to carbon sequestration, soils are the largest reservoir of terrestrial carbon on Earth. Most of the soil carbon occurs as organic carbon (> 1550 x 10^{15} g C), but as much as 950 x 10^{15} g C exists in calcium carbonate. In contrast to organic carbon which reaches equilibrium with the native vegetation or agricultural crops, $CaCO_3$-carbon can continue to accumulate as long as Ca-supply, pH, mean annual precipitation, and soil respiration occur in the correct proportions. Soil, as both a recorder of paleoclimate and a reservoir of carbon, is strongly linked to climate change.

INTRODUCTION

A major advancement was made when soils were recognized to be the product of five soil forming *factors* (Dokuchaev 1883). A second major advancement was made when soil formation was described in terms of *processes* of addition, removal, transfer, and transformation

(Simonson 1959). Simonson's process-model was advanced further when it was shown that certain processes give rise to *features* that are rapidly adjusting and reversible, while other processes produce features that are slowly adjusting and persistent (Yaalon 1971). Thus, the formula "factors → processes → features" can be utilized in reverse for systematically making inferences about climate change. That is, soil features carry a "memory" created by pedogenic processes that, in turn, were set into place by climate (Targulian and Goryachkin 2004). Evidence from soil memory can be used to make inferences about climate change.

A second linkage between soils and climate change is the potential for soils to sequester carbon from the atmosphere. Organic carbon has been lost continuously from soil as the result of industrial agriculture, which has led to much interesting in restoring it by land management techniques, such as no-till farming (Lal 2004). However, soil organic carbon has a saturation point related to carbon influxes by plants (i.e., net primary productivity) and effluxes by microbial decomposition. Soil carbonate also has a saturation point, but its upper limit is less obvious than organic carbon which equilibrates with its biome. Instead, soil carbonate under the right conditions can continue to accumulate with time, even to the petrocalcic horizon stage.

There is controversy, however, as to whether soil carbonate is an active sink or inert reservoir for atmospheric carbon dioxide (Schlesinger, 1985, 1999; Eswaran et al., 2000; Lal 2001; Manning, 2008; Goddard et al. 2009; Mikhailova et al., 2009; DeJong et al., 2011). The issue is worthy of debate because it is widely acknowledged that soil carbonate is a huge and widespread pool of terrestrial carbon, second only to soil organic carbon (Fig. 1). The vast majority of soil carbonate is found in the world's arid and semiarid land, where inorganic C exceeds soil organic C by a factor of 10 or more (Schlesinger, 1982). Estimates of soil carbonate carbon range from 695 Pg (Batjes, 1996) to 1738 Pg (Eswaran et al. 1995), with 940 Pg being perhaps the most accurate estimate since it is based on more recent inventories (Eswaran et al. 2000).

The purpose of this presentation is to briefly discuss evidence of climate change preserved in soil profiles and to explore carbon sequestration by soil carbonate. Although soil organic carbon is important for carbon sequestration, carbonate will be the focus of this paper because it is less-commonly discussed as a sequestration method and because it is a widespread component of the soils of Mexico, as well as other countries worldwide that have arid and semiarid climates.

SOIL RESPONSE TO CLIMATE CHANGE

Some soil profile features, such as organic matter, adjust rapidly to climate change; other features, like silcretes, adjust slowly. Features that adjust rapidly are "sensitive" to climate

change; those that adjust slowly are "resistant" (Monger and Rachal 2013). Soil memory of climate change and soil sensitivity to climate change are inversely related. Features that are sensitive to climate change are not persistent (i.e., they have a poor memory). In contrast, slowly adjusting (i.e., resistant) features are persistent, and, thus, have a "good memory."

Rapidly adjusting (i.e., sensitive) features are properties that change within decades, centuries, or few thousand years. For example, if a soil carries the imprint of the Little Ice Age (ca. 1500 to 1850 C.E.; Lamb 1977; Porter 1986) or the Medieval Warm Period (ca. 900 to 1300 C.E.; Weems and Monger 2012), those soil features would be considered sensitive to climate change. Rapidly adjusting features are generated by processes connected to the aboveground ecosystem and climate, such as the accumulation of organic matter, chemical dissolution, chemical precipitation, freeze-thaw, shrink-swell, nitrogen content, CEC, pH, or microbial precipitation of pedogenic carbonate. Other rapidly adjusting features, however, are not necessarily connected to the aboveground ecosystem but are instead controlled by local hydrology, including soluble salts from a fluctuating water table, redoximorphic mottles, and pedogenic siderite, granular peds, or slickensides. Rapidly adjusting features are easily erased, meaning that their memory is poor.

Slowly adjusting (i.e., resistant) features refers to properties that are altered over thousands to hundreds-of-thousands of years. If, for example, a subtropical soil endures a glacial-interglacial cycle without change to its kaolinitic-quartzose profile, that soil would be considered resistant to climate change. A dissolution pipe in a calcrete would also be considered a slowly adjusting soil property with a persistent memory. In general, soil features are slowly adjusting when particle size is coarse (e.g., sand and gravel), when hardpans form (e.g., calcretes, silcretes, ironstone), and when the mineralogy is thermodynamically stable (e.g., quartz, gibbsite, hematite, anatase, zircon). Unlike rapidly adjusting properties, slowly adjusting properties are little affected by overlying ecosystem. Slowly adjusting features can also be irreversible or self-terminating and resistant to diagenesis (Retallack 1990).

CARBON SEQUESTRATION AS SOIL $CaCO_3$

Soil carbonate alone contains more carbon than the Earth's terrestrial biomass. It is second in amount only to soil organic carbon. Although the amount of soil carbonate is large, the estimated mean residence time of C in this pool is about 85,000 years, in contrast to the much more dynamic 35 years for soil organic matter, 10 years for vegetation, and 5 years for the atmosphere (Schlesinger, 1985; 2002). However, the 85,000-year estimate represents a global

average that includes ancient caliche. Much more active sub-pools of soil carbonate exist that are decades to centuries old (Barrat et al., 1998; Pustovoytov, 2002; Monger et al., 2009).

A major complication for understanding carbon sequestration by soil carbonate concerns calcareous dust and Ca^{2+} in rainwater derived from calcareous dust. The importance of calcareous dust for soil carbonate formation is widely recognized (Gile et al., 1966; Yaalon and Ganor, 1973; Simonson, 1995; Reheis et al. 1995). Perhaps 90% or greater can be attributed to atmospheric additions (Eswaran et al., 2000). It has been inferred that aerosolic sources do not contribute to carbon sequestration (Chadwick et al., 1994; Capo and Chadwick, 1999). Nevertheless, if calcium in atmospheric additions is from noncalcareous sources, such as Ca-silicates, then the carbonate formed in soil would be a sink for atmospheric CO_2 (Grossman et al., 1995; Monger and Martinez-Rios, 2000).

Can soil carbonate sequester atmospheric CO_2? The most important factor for answering this question is expressed by two chemical reactions. The first involves calcium derived directly from Ca-silicate minerals—here termed the Ebleman-Urey Reaction in recognition of their pioneering work in chemical weathering and the global carbon cycle (Berner 2004; Reactions 1 and 2). These reactions are prevalent on igneous terrane.

$$2CO_2 + 3H_2O + CaSiO_3 \rightarrow Ca^{2+} + 2HCO_3^- + H_4SiO_4 \qquad \text{Reaction 1}$$

When Ca and bicarbonate from silicate minerals ~~react to~~ precipitate as calcite, one mole of carbon is sequestered and one mole is released as CO_2 (Reaction 2).

$$Ca^{2+} + 2HCO_3^- \rightarrow CaCO_3 + CO_2 + H_2O \qquad \text{Reaction 2}$$

The third reaction involves calcium derived from pre-existing carbonate minerals—the Carbonate-Dissolution/Re-Precipitation Reaction, which is prevalent on limestone terrane. The Ebelmen-Urey Reaction is an irreversible reaction, in contrast to the Dissolution/Re-Precipitation Reaction which is an equilibrium reaction.

$$CaCO_3 + H_2CO_3 \leftrightarrow Ca^{2+} + 2HCO_3^- \qquad \text{Reaction 3}$$

At the global scale, the Ebelmen-Urey reaction involves two moles of CO_2 reacting with one mole of Ca-silicate (generically represented as $CaSiO_3$) resulting in one mole of C sequestered as $CaCO_3$ in oceans and one mole of C released as CO_2. This is a global-scale, long-term

reaction that has regulated CO_2 throughout geologic history (Plass 1956; Berner, 1992). At the soil scale, the Ebelmen-Urey Reaction takes place when Ca^{2+} and HCO_3^- are not leached from soil profiles, which is the case for alkaline arid, semiarid, and many subhumid soils that have "non-flushing" soil moisture conditions. Although prevalent in igneous terrane, this reaction also occurs in sandstones, shales, and even impure limestone that contain Ca-silicates.

The Carbonate-Dissolution/Re-Precipitation Reaction involves one mole of CO_2 and one mole of H_2O producing one mole of carbonic acid that reacts with one mole of $CaCO_3$ to produce one mole of Ca^{2+} and two moles of HCO_3^-. In this equilibrium reaction, removal of H_2O or CO_2 will drive the reaction to the left causing $CaCO_3$ to re-precipitate. There is no net sequestration of atmospheric carbon dioxide by this reaction (Drees et al., 2001).

CONCLUSIONS

"Soil memory" is a metaphor that provides a method for thinking about the connection between pedogenic processes, pedogenic features, and the durability of those features when climate change occurs. In the context of the factors→processes→features model, evaluating sensitivities of soil memory provide a method for prospecting for areas where the best paleosol records of climate change might be found.

Although there is general agreement in the scientific community regarding the huge size of the soil inorganic carbon pool, there is disagreement about its role in carbon sequestration. More research is needed with the recognition that this disagreement is, in part, a result of the absence of a lexicon and classification system, and the lack of a comparison of the processes operating at different scales.

REFERENCES

Batjes, N.H. 1996. Total carbon and nitrogen in soils of the world. European J. of Soil Sci. 47:151-163.

Berner, R.A. 1992. Weathering, plants, and the long-term carbon cycle. Geochimica et Cosmochimica Acta 56:3225-3231.

Berner, R.A. 2004. The Phanerozoic Carbon Cycle: CO_2 and O_2. Oxford University Press, New York.

Capo, R.C. and O.A. Chadwick. 1999. Sources of strontium and calcium in desert soil and calcrete. Earth and Planetary Science Letters 170:61-72.

Chadwick, O.A., E.F. Kelly, D.M. Merritts, and R. G. Amundson. 1994. Carbon dioxide consumption during soil development. Biogeochemistry 24:115-127.

DeJong, J.T., K. Soga, S. A. Banwart, W.R. Whalley, T.R. Ginn, D.C. Nelson, B. M. Mortensen, B.C. Martinez, and T. Barkouki. 2011. Soil engineering *in vivo*: harnessing natural biogeochemical solutions systems for sustainable, multi-functional engineering. Journal of the Royal Society Interface 8:1-15.

Drees, L.R., L.P. Wilding, and L.C. Nordt. 2001. Reconstruction of soil inorganic and organic carbon sequestration across broad geoclimatic regions. p. 155-172. *In* R. Lal (ed.) Soil carbon sequestration and the greenhouse effect. Soil Sci. Soc. Special Publication Number 57, Madison, WI.

Dokuchaev, V.V., 1883, Russian Chernozem. Selected works, vol. 1. Issued in translation by the Israel Program for Scientific Translation, Jerusalem, 1967; 419 p.

Eswaran , H., E. Van den Berg, P. Reich, and J. Kimble. 1995. Global soil carbon resources. p. 27-44. In: R. Lal, J. Kimble, E. Levine, and B.A. Stewart (eds.) Soil and Global Change. Advances in Soil Sci. , CRC Press, Boca Raton, FL.

Eswaran, H., P.F. Reich, J.M. Kimble, F.H. Beinroth, E. Padmanabhan, and P. Moncharoen. 2000. Global carbon sinks. p. 15-26. *In* R. Lal, J.M. Kimble, H. Eswaran, and B.A. Stewart (eds.) Global climate change and pedogenic carbonates CRC Press, Boca Raton, Fl.

Gile, L.H., F.F. Peterson, and R.B. Grossman. 1966. Morphological and genetic sequences of carbonate accumulation in desert soils. Soil Sci. 101:347-360.

Goddard, M.A., E. A. Mikhailova, C.J. Post, M.A. Schlautman, J.M. Galbraith. 2009. Continental United States atmospheric wet calcium deposition and soil inorganic carbon stocks. Soil Sci. Soc. Am. J. 73:989-994.

Grossman, R.B., Ahrens, R.J., Gile, L.H., Montoya, C.E., and Chadwick, O.A., 1995, Areal evaluation of organic and carbonate carbon in a desert area of southern New Mexico. *in* Soils and Global Change. London, CRC Press, Inc. p. 81-92

Lal, R. 2001. Potential of desertification control to sequester carbon and mitigate the greenhouse effect. Climatic Change 51:35-72.

Lal R. 2004. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. Science 304:1623-1627.

Lamb, H. H., 1977, Climate: past, present, and future: Methuen, London, UK.

Manning, D. A. C. 2008 Biological enhancement of soil carbonate precipitation: passive removal of atmospheric CO_2. Mineralogy Magazine 72:639–649.

Mikhailova, E.A., Post, C.J., Cihacek, L., and M. Ulmer. 2009. Soil inorganic carbon sequestration as a result of cultivation in the Mollisols. p. In B.J. McPherson and E.T. Sundquist, (eds.) Carbon Sequestration and Its Role in the Global carbon Cycle. American Geophysical Monograph Series, Volume 183.

Monger, H.C. and J.J. Martinez-Rios. 2001. Inorganic carbon sequestration in grazing lands. p. 87-118. In: R.F. Follett et al. (eds) The Potential of U.S. Grazing Lands to Sequester Carbon and Mitigate the Greenhouse Effect. CRC Press, New York.

Monger, H.C. and D.M. Rachal. 2013. Soil and landscape memory of climate change: how sensitive, how connected? Society of Sedimentary Geology Special Publication 104. p.63-70.

Monger, H.C., D.R. Cole, B.J. Buck, and R.A. Gallegos. 2009. Scale and the isotopic record of C_4 plants in pedogenic carbonate: from the biome to the rhizosphere. Ecology 90:1498-1511.

Plass, G.N. 1956. Carbon dioxide and climate. American Scientist 44:302-316.

Porter, S. C., 1986, Pattern and forcing of northern hemisphere glacier variations during the last millennium: Quaternary Research, v. 26, p. 27-48.

Pustovoytov, K., 2002. ^{14}C dating of pedogenic carbonate coatings on wall stones at Göbekli Tepe (Southeast Turkey). Neo-Lithics 2/02:3-4.

Retallack, G.J., 1990. Soils of the past: an introduction to paleopedology: Unwin Hyman, Inc, London.

Reheis, M.C., Goodmacher, J.C., Harden, J.W., McFadden, L.D., Rockwell, T.K., Shroba, R.R., Sowers, J.M., and Taylor, E.M. 1995. Quaternary soils and dust deposition in southern Nevada and California: Geological Society of America Bulletin 107: 1003-1022.

Schlesinger, W.H. 1982. Carbon storage in the caliche of arid soils: a case study from Arizona. Soil Science 133:247-255.

Schlesinger, W.H. 1985. The formation of caliche in soils of the Mojave Desert, California. Geochimica et Cosmochimica Acta 49:57-66.

Schlesinger W.H. 1999. Carbon sequestration in soil. Science 284:2095.

Schlesinger, W.H. 2000. Carbon sequestration in soils: some cautions amidst optimism. Agriculture, Ecosystems and Environment. 82:121-127.

Schlesinger, W.H.2002. Inorganic carbon and the global cycle. p. 706–708. *In* R. Lal (ed.) Encyclopedia of Soil Science. Marcel Dekker, New York.

Simonson, R.W., 1959, Outline of a generalized theory of soil genesis: Soil Science Society of America Proceedings, v. 23, p. 152-156.

Simonson, R.W. 1995. Airborne dust and its significance to soils. Geoderma 65:1-43.

Targulian, V.O., and Goryachkin, S.V., 2004, Soil memory: Types of record, carriers, hierarchy and diversity: Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, v. 21, p. 1-8.

Weems, S.L. and H.C. Monger. 2012. Banded vegetation-dune formation in the Medieval Warm Period and 20th Century, Chihuahuan Desert, New Mexico, USA. Ecosphere: March 2012, Volume 3(3) Article 21

Yaalon, D.H., 1971. Soil-forming processes in time and space. *in* Yaalon, D.H., Paleopedology: Origin, Nature, and Dating of Paleosols. Jerusalem, Israel University Press, p. 29-40.

Yaalon, D. H., and E. Ganor. 1973. The influence of dust on soils during the Quaternary: Soil Sci.116:146-155.

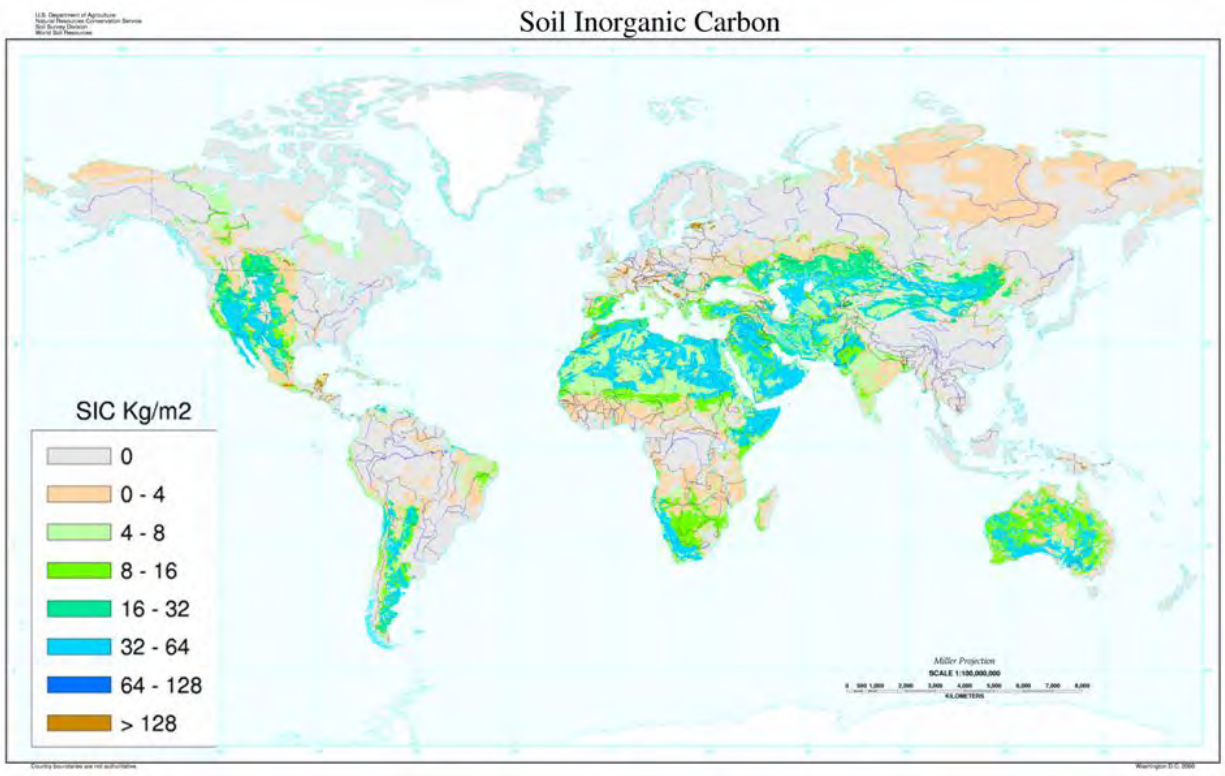


Figure 1. Global map of soil carbonate carbon, which mainly occurs in desert and semiarid soils, but can also exist in humid regions in relatively young soils having calcareous parent material, such as glacial till, loess, shallow limestone bedrock, or in areas where calcareous groundwater reaches the land surface via capillarity. Map courtesy of USDA-NRCS, Soil Survey Division, World Soil Resources

SEQUIA Y CAMBIO CLIMATICO

Israel Velasco

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
Paseo Cuauhnáhuac 8532, Colonia Progreso. Jiutepec, Morelos, MX. 62550

INTRODUCCIÓN

Definitivamente y de manera más que comprobada, las actividades humanas liberan gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera. El dióxido de carbono se produce al quemar combustibles fósiles para generar energía, y al talar y quemar bosques. El metano y el óxido de nitrógeno se emiten en las actividades agrícolas, los cambios en el uso de la tierra, y otras fuentes. Los químicos artificiales, llamados halocarbonos (CFCs, HFCs, PFCs) y otros gases de larga vida como el hexafluoruro de azufre (SF6) se liberan en los procesos industriales. El ozono en la atmósfera baja se genera por los escapes de gases de los automóviles y otras fuentes que utilizan petróleo (Garduño, 2004).

El aumento de los niveles de los GEI ya está cambiando el clima. Al absorber la radiación infrarroja, estos gases controlan la forma en que fluye la energía natural a través del sistema climático. En respuesta a las emisiones humanas, el clima ha comenzado a ajustarse a un manto más grueso de GEI, para así mantener el balance entre la energía que proviene del sol y la energía que escapa al espacio. Las observaciones muestran que las temperaturas globales han aumentado 0.6ºC a lo largo del siglo XX (Jáuregui, 2004; Magaña, 2004).

Los modelos climáticos en su generalidad prevén que la temperatura global aumentará entre 1.4 y 5.8ºC para el año 2100. Este cambio sería mucho mayor que cualquier otro cambio climático que haya ocurrido en los últimos 10,000 años, y se basa en una gama de hipótesis sobre las principales fuerzas que inciden en las futuras emisiones (como el aumento de la población y el cambio tecnológico) pero no refleja los esfuerzos que puedan realizarse para controlar las emisiones en función de la preocupación que genera el cambio climático. No obstante, existen muchas incertidumbres sobre la escala y los impactos del cambio climático, en particular a nivel regional (Lozano García, 2004). Por el efecto retardante de los océanos, las temperaturas de la superficie no responden inmediatamente a las emisiones de GEI; por ello, el cambio climático continuará durante cientos de años después de que las concentraciones en la atmósfera se estabilicen (Cambio Climático, 2003).

Como consecuencia de ello, las variaciones, graduales y/o abruptas al esquema climático reciente (Figura 1), tendrán probablemente un impacto significativo sobre el ambiente global. En

general, cuánto más rápido el cambio climático, mayor el riesgo de daños. Según los modelos climáticos, se prevé un aumento del nivel medio del mar de 9 a 88 cm para el año 2100 (Martínez, 2008). Esto determinaría la inundación de las costas bajas y otros daños importantes. Otros efectos podrían incluir un aumento de las precipitaciones a nivel global y cambios en la severidad y frecuencia de los eventos extremos, inundaciones y sequías (IMTA, 2007). Las zonas climáticas podrían sufrir un movimiento hacia los polos y en forma vertical, lo que significaría una distorsión de bosques, desiertos, praderas y otros ecosistemas. Como resultado, muchos de estos ecosistemas se verían reducidos o fragmentados y podrían extinguirse distintas y múltiples especies (Arriaga y Gómez, 2004).

Los riesgos y amenazas Ante la casi certeza de este panorama poco halagüeño, la sociedad humana enfrentará nuevos riesgos y presiones. Aunque es poco probable que se ponga en riesgo la seguridad alimentaria a nivel mundial, sí es altamente probable que algunas regiones experimenten escasez de alimentos y sufran hambruna, sobre todo en los países menos desarrollados. Los recursos hídricos se verán afectados en la medida en que los patrones de precipitación y evaporación cambien en todo el mundo. La infraestructura física será afectada, en particular por el aumento en el nivel del mar y por la presencia de eventos climáticos extremos. Las actividades económicas, los asentamientos humanos y la salud humana, sufrirán efectos directos e indirectos. Así, mientras los modelos económicos y de desarrollo actuales persistan, los pobres y los menos privilegiados son los más vulnerables a las consecuencias negativas del cambio climático (Magaña *et al*., 2004; Mendoza *et al*., 2004).

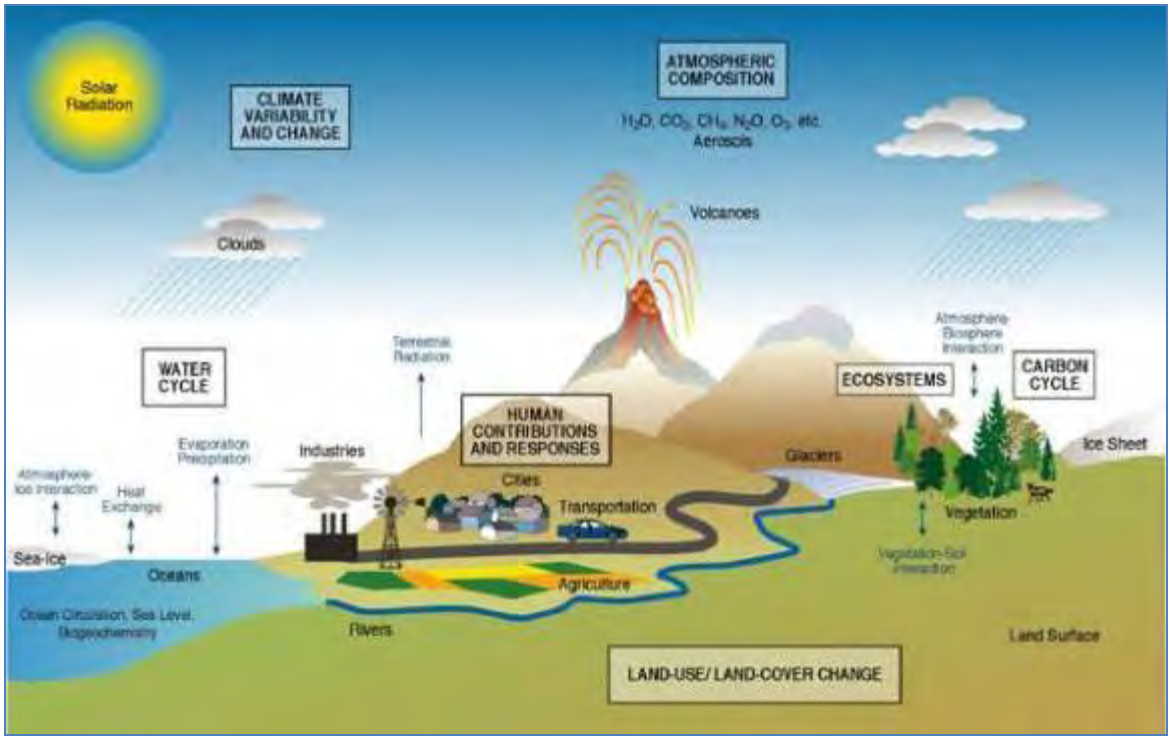


Figura 1.- Esquema del sistema climático (Fuente: www.worldproutassembly.org/archives/2006/09/adapt_to_climate.html

Por ende, la única opción viable, es que la población y los ecosistemas deberán adaptarse a los futuros regímenes climáticos. Dado que las emisiones pasadas y presentes han comprometido en algún grado la existencia del cambio climático en el siglo XXI, la adaptación a estos cambios requerirá una comprensión adecuada de los sistemas socioeconómicos y naturales, su sensibilidad al cambio climático, y su capacidad inherente de adaptación (Cambio Climático, 2003; Tudela, 2004).

Como una reacción natural del planeta, el sistema climático debe ajustarse a los niveles en aumento de los GEI para mantener el balance energético global. En el largo plazo, la Tierra debe deshacerse de energía en la misma proporción en que la recibe del Sol. Ya que la mayor concentración de GEI ayuda a reducir la pérdida de energía en el espacio, el clima debe cambiar para restaurar el balance entre la energía que ingresa y la que sale. Este ajuste conduce a un calentamiento global de la superficie de la Tierra y de la atmósfera baja. Pero esto es solo una parte del proceso: el calentamiento es el modo más simple para el clima de deshacerse de la energía extra. Sin embargo, aun un pequeño aumento en la temperatura será acompañado por muchos otros cambios colaterales; algunos de estos pueden actuar para aumentar el calentamiento (retroacción positiva) y otros para contrarrestarlo (retroacción negativa) (Ruiz y Cruz, 2004). Los modelos climáticos prevén que la temperatura media global

aumentará entre 1.4 y 5.8°C para el año 2100, utilizando el año 1990 como línea de base y sin asumir que se adoptarán políticas para minimizar el cambio climático. Según diversos escenarios, en la medida en que la temperatura y la concentración de GEI aumente, habrá mayores modificaciones a los patrones hidrológicos, por la alteración de la circulación atmosférica (Tierramérica, 2010; Natgeo, 2010).

Con la ocurrencia de la sequía es de esperarse que se magnifiquen sus efectos: aceptando que la sequía es inevitable, impredecible, sin epicentro ni trayectoria definidos, de causas complejas y poco entendidas, progresiva, y potencialmente catastrófica en condiciones actuales "normales", cuando esas condiciones atmosféricas se alteren, los resultados de los escenarios apuntan a que los eventos de sequía serán más intensos, más extensos y, por ende, potencialmente de mayores impactos (IMTA, 2007; Magaña *et al*., 2004)

Dado que los GEI son uno de los factores más importantes para controlar la temperatura de la atmósfera, se entiende por qué un incremento de su concentración puede alterar el flujo natural de energía: a mayor cantidad de GEI, mayor será la cantidad de calor que se absorba y la superficie del planeta alcanzará una temperatura más alta. Esto es, se reduce la eficiencia con la cual la Tierra devuelve la energía recibida al espacio. Cualquier proceso que altere tal balance, ya sea por cambios en la radiación recibida o re-emitida, o en su distribución en la Tierra, se reflejará como cambios en el clima (Tudela, 2004).

Desequilibrio del carbono El ciclo del carbono es uno de los más importantes, porque la vida en la Tierra está construida con base en sus compuestos. Este ciclo se desarrolla en la atmósfera, la corteza terrestre, los suelos, los cuerpos de agua (océanos, lagos, ríos, etc.) y en los seres vivos (Jaramillo, 2004). Este ciclo se lleva a cabo en dos fases, la geológica, que tarda millones de años en completarse; y la biológica, que se desarrolla en tiempos mucho más reducidos, que pueden ser desde días hasta miles de años.

La principal fuente de GEI en México es el sector energía, responsable de cerca de 70% de las emisiones (Ruiz y Cruz, 2004). En este sector se incluye el consumo de los combustibles fósiles, indispensable para mover los autos y otros transportes y para la generación de electricidad. Otros procesos industriales –como la producción del cemento, vidrio, acero, papel, alimentos y bebidas, entre otros-, contribuyeron con alrededor de 9% de las emisiones totales de GEI del país. Por su parte, las actividades agropecuarias, de las que se obtienen los granos, frutas y carnes, generan también dos GEI: el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O), que contabilizaron el 8% de las emisiones nacionales de GEI. Estos gases se derivan de la fermentación de los alimentos en el sistema digestivo del ganado, del estiércol y su manejo, así

como de cultivos como el arroz y de procesos naturales que ocurren en el suelo (Martínez, 2008). Los desechos domésticos e industriales también emiten GEI. Las aguas residuales municipales e industriales emiten metano y óxido nitroso por la descomposición de la materia orgánica, mientras que cuando se queman residuos también se liberan CO_2 y óxido nitroso a la atmósfera. También el manejo de los residuos y el tratamiento de las aguas residuales, a pesar de sus indudables beneficios, generan GEI: las emisiones por estos conceptos contabilizaron cerca del 12% del total de las emisiones en el país en 2002 (Ruiz y Cruz, 2004). Por extraño que resulte, los ecosistemas terrestres –como los bosques y selvas– también liberan grandes cantidades de GEI a la atmósfera. De hecho, de manera natural los bosques maduros pueden liberar CO_2 en magnitud comparable al oxígeno que producen por la fotosíntesis (Lozano García, 2004).

Por otro lado, cuando la vegetación natural es removida y quemada para convertir el terreno en potreros, campos de cultivo, e incluso, zonas urbanas -lo que se conoce técnicamente como "cambio de uso del suelo"-, también se liberan GEI. Para muchos campesinos o propietarios de terrenos con árboles o arbustos, la manera más sencilla de limpiarlos es usar el fuego, con lo que una gran parte del carbono almacenado en la madera y las hojas, así como en la hojarasca del suelo, es convertido rápidamente en CO_2 y liberado a la atmósfera. En otras ocasiones se corta la vegetación existente y simplemente se deja descomponer, con lo que también se generan GEI. Dado que en México la deforestación ha mantenido valores altos en las últimas décadas, los ecosistemas terrestres representan una fuente significativa de las emisiones de este tipo de gases (Oropeza, 2004; Conde *et al*., 2004). La evidencia más contundente de que el cambio climático está ocurriendo es el incremento de la temperatura, aunque también se han observado importantes alteraciones en otros elementos del clima, como la precipitación y la humedad (Martínez, 2008).

Temperatura La elevación de la temperatura en los últimos cincuenta años coincide con el aumento en la concentración de CO_2 en la atmósfera. El incremento de la temperatura terrestre y marina promedio fue de 0.74°C entre el año 1906 y 2005. Definitivamente, el planeta se está calentando; este calentamiento también se ha notado en la ocurrencia de años en los que se alcanzan temperaturas "record".

Humedad y precipitación Podría pensarse que un clima cálido es más agradable que uno templado y que no habría ningún problema si la temperatura aumentara. Pero no es así; el cambio en la temperatura frecuentemente viene acompañado por cambios en la humedad

atmosférica y, en consecuencia, en el régimen de lluvias. Ambos cambios tienen efectos en eventos tan importantes como la formación de huracanes y la ocurrencia de inundaciones. El IPCC indica que es probable que se hayan incrementado en muchas regiones de la Tierra a partir del año 1950, incluso en las regiones donde se redujo la cantidad total de precipitación. En contraste, se han registrado sequías más intensas y prolongadas a partir de 1970, principalmente en los trópicos y subtrópicos, destacando las regiones desérticas de África y América del Sur (Garduño, 1998; Jáuregui, 2004).

¿Qué consecuencias genera el cambio climático? Debido a que todos los elementos del ambiente están relacionados entre sí, alterar uno de ellos origina cambios en los restantes, algunas veces imperceptibles y otras muy evidentes. A lo largo de la historia de la Tierra se han registrado cambios en el clima, pero tomaron cientos o miles de años en presentarse. De acuerdo con los registros disponibles, ningún cambio había sido tan rápido como el actual (Lozano García, 2004). Algunas de las consecuencias más importantes del cambio climático sobre algunos de los elementos del ambiente son: deshielo, plagas forestales, biodiversidad, agricultura y producción de alimentos.

La concentración de GEI en la atmósfera, así como las temperaturas del aire y del mar, están conectadas de manera muy estrecha con otros elementos del ambiente, por lo que resulta ingenuo imaginar que las consecuencias del cambio climático en el futuro se limitarán al cambio de la temperatura promedio. Se sabe ahora con relativa certeza que se afectarán los regímenes de precipitación, los hielos presentes en los polos y en las cimas de volcanes y cordilleras, el nivel del mar y las especies y sus ecosistemas, incluidos los humanos. De hecho, mucha de la preocupación alrededor del cambio climático está en cómo se verán afectados los elementos de la vida diaria, tales como la alimentación (caída de la producción agrícola y pesquera; Romo Santos, 2009), la salud (aumento en los casos de enfermedades transmitidas por vectores, como la malaria) y la seguridad (aumento, por ejemplo, de las víctimas mortales por huracanes y tormentas).

Así, se pronostica que cualquier incremento de la temperatura (independientemente de si sube uno o 5°C) provocará que aumente el número de personas en el mundo que sufran escasez de agua. En el caso de los alimentos, en las latitudes bajas del planeta, la producción de cereales podría reducirse si el aumento de la temperatura promedio alcanza los 2 o 3 grados centígrados (IMTA, 2007; Mendoza *et al*., 2004). Los huracanes no serán la única consecuencia del calentamiento del agua de los océanos; también se prevén inundaciones por el incremento del nivel del mar. En lo que se refiere a las lluvias, los resultados de los estudios sugieren que

podrían reducirse en el invierno hasta 15% en las zonas del centro de México y 5% en el Golfo, e incluso, es probable que se retrase su inicio en gran parte del país (Martínez, 2008). Además, el número de tormentas severas podría aumentar, es decir, que esos eventos en los que llueve de manera torrencial y que causan inundaciones y deslaves, sean más frecuentes y más intensos.

En contraste, se espera que también se presenten periodos de sequía más extremos y prolongados; esto significa que la escasez de agua que ya se sufre en la mayor parte del país se agravará con el cambio climático. Actualmente ya la presión hídrica es muy fuerte, principalmente en el norte y en la cuenca del Valle de México. Según algunos estudios, si se considera el desarrollo social y económico del país, así como los escenarios previstos de cambio climático, se obtiene que la cantidad de agua de la que se puede disponer entre los años 2020 y 2030 pudiera disminuir hasta 10% respecto a la que se tenía en el 2000.

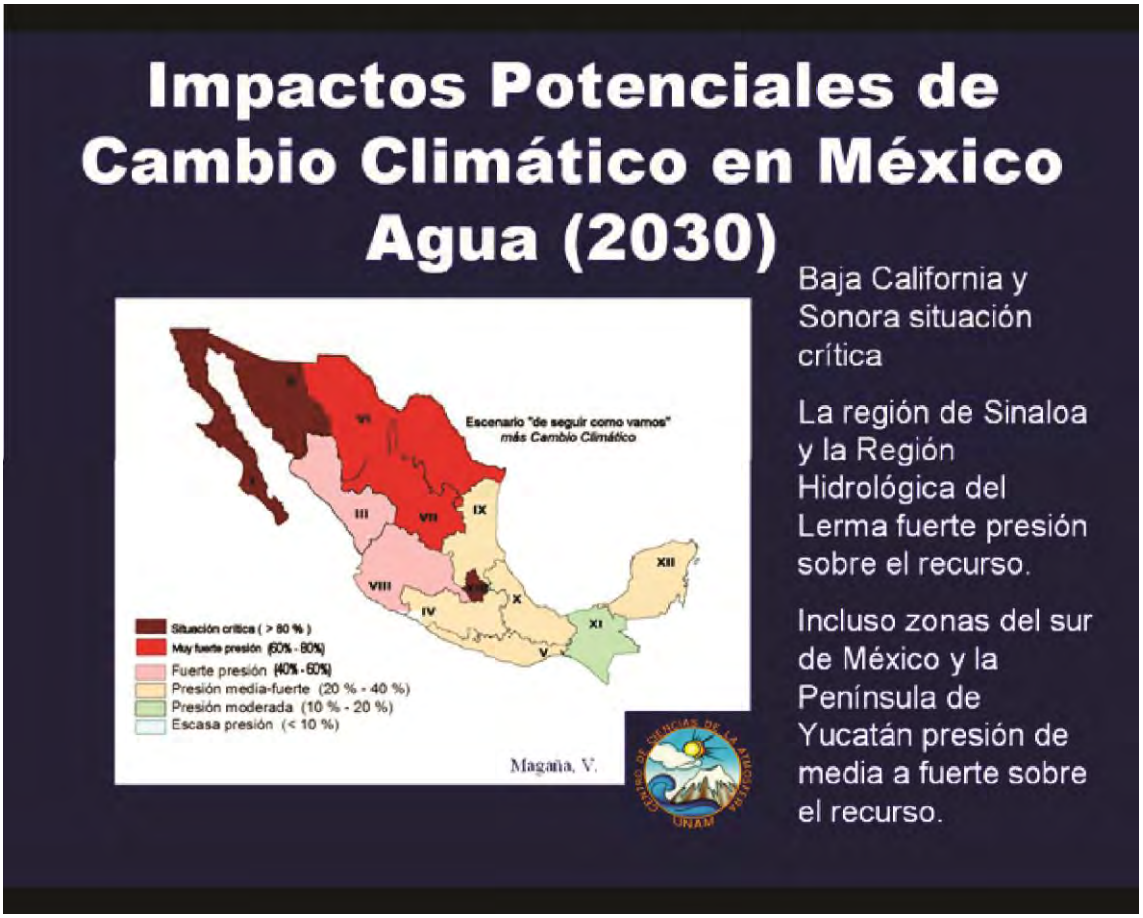


Figura 2.- Escenario de estrés hídrico en México para el año 2030, bajo condiciones de cambio climático (Fuente: Gay y Estrada, 2007).

Recursos hídricos Los cambios y variaciones en los patrones de precipitación ya están afectando los recursos hídricos (Figura 2): ha aumentado la intensidad de las lluvias y las nevadas que caen en las latitudes medias y altas del Hemisferio Norte, en tanto que han disminuido las lluvias en los trópicos y subtrópicos de ambos hemisferios (IMTA, 2007). Es un hecho que cuanto más seco el clima, mayor la sensibilidad del sistema hidrológico local. Así, en los climas secos, cambios relativamente pequeños en la temperatura y las precipitaciones podrían causar cambios relativamente grandes en el escurrimiento. Las regiones áridas y semiáridas serán por tanto particularmente sensibles y vulnerables a la reducción en las lluvias y al aumento de la evaporación y la transpiración de las plantas (Tierramérica, 2010).

Esta alteración y posible reducción de las reservas de agua agregaría nuevas tensiones a las poblaciones, la agricultura y el medio ambiente. En la actualidad, se estima que un tercio de la población mundial vive en países que sufren estrés hídrico, y es de esperarse que esta cifra pueda crecer significativamente para el año 2025. El cambio climático exacerbará los conflictos generados por la contaminación y el crecimiento de la población y la economía. Las regiones más vulnerables son las zonas áridas y semiáridas, algunas costas bajas, los deltas y las pequeñas islas (Tudela, 2004).

Por tanto, un mejor manejo de los recursos hídricos puede ayudar a reducir la vulnerabilidad; para ello, se deberán desarrollar nuevas reservas de agua y las existentes deben utilizarse más eficientemente. Las estrategias a largo plazo para el manejo de la oferta y la demanda podrían incluir, entre otros aspectos: regulaciones y tecnologías para controlar directamente el uso del agua y la tierra, incentivos e impuestos para afectar indirectamente y enfocar la conducta humana, la construcción de nuevos embalses y ductos para aumentar los suministros, mejoras en las operaciones e instituciones de manejo de agua y la promoción de soluciones locales o tradicionales.

BIBLIOGRAFÍA

Arriaga, Laura; Leticia Gómez. 2004. Posibles efectos del cambio climático en algunos componentes de la biodiversidad de México. En *Cambio climático: una visión desde México*. Julia Martínez y Adrián Fernández (compiladores). SEMARNAT-INE. México, 523 pp.

Cambio Climático. 2003. Compendio Informativo. Unidad de Cambio Climático del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. Traducción de “Climate Change, Information Kit”, del PNUMA y CMNUCC. Montevideo, Uruguay. 74 pp.

Conde, Cecilia; Rosa Ma. Ferrer; Carlos Gay; Raquel Araujo. 2004. Impactos del cambio climático en la agricultura de México. En *Cambio climático: una visión desde México*. Julia Martínez y Adrián Fernández (compiladores). SEMARNAT-INE. México, 523 pp.

Garduño, René. 2004. ¿Qué es el efecto invernadero? En *Cambio climático: una visión desde México*. Julia Martínez y Adrián Fernández (compiladores). SEMARNAT-INE. México, 523 pp.

Garduño, René. 1998. El veleidoso clima. SEP-Fondo de Cultura Económica, La ciencia para todos. Número 127. México, D. F. 171 pp.

IMTA. 2007. Determinación de períodos de sequía y lluvia intensa en diferentes regiones de México ante escenarios de cambio climático. Número de Registro INE: INE/A1-056/2007. Informe Final. IMTA, Jiutepec, Mor. 101 pp.

Jáuregui, Ernesto. 2004. La variabilidad climática en los registros instrumentales de México. En *Cambio climático: una visión desde México*. Julia Martínez y Adrián Fernández (compiladores). SEMARNAT-INE. México, 523 pp.

Lozano García, Ma. Socorro. 2004. Evidencia de cambio climático: cambios en el paisaje. En *Cambio climático: una visión desde México*. Julia Martínez y Adrián Fernández (compiladores). SEMARNAT-INE. México, 523 pp.

Magaña Rueda, Víctor O. 2004. El cambio climático global: comprender el problema. En *Cambio climático: una visión desde México*. Julia Martínez y Adrián Fernández (compiladores). SEMARNAT-INE. México, 523 pp.

Magaña, Víctor; Juan Matías Méndez; Rubén Morales; Cecia Millán. 2004. Consecuencias presentes y futuras de la variabilidad y el cambio climático en México. En *Cambio climático: una visión desde México*. Julia Martínez y Adrián Fernández (compiladores). SEMARNAT-INE. México, 523 pp.

Martínez Austria, Polioptro F. (ed.). 2008. Efectos del cambio climático en los recursos hídricos de México. Volumen II / editado por Polioptro Martínez Austria y Ariosto Aguilar Chávez. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Jiutepec, Mor. 120 pp.

Mendoza, Víctor M.; Elba E. Villanueva; Laura E. Maderey. 2004. Vulnerabilidad en el recurso agua de las zonas hidrológicas ente el cambio climático global. En *Cambio climático: una visión desde México*. Julia Martínez y Adrián Fernández (compiladores). SEMARNAT-INE. México, 523 pp.

National Geographic (NatGeo). 2010. Reporte Especial AGUA. *Agua dulce*. Bárbara Kingsolver. Abril, 2010.

Oropeza Orozco, Oralia. 2004. Evaluación de la vulnerabilidad a la desertificación. En *Cambio climático: una visión desde México*. Julia Martínez y Adrián Fernández (compiladores). SEMARNAT-INE. México, 523 pp.

Romo Santos, J. J. 2009. Impacto del cambio climático en la producción de alimentos. SAGARPA, Foro Latinoamericano de la Ingeniería al Mejoramiento del Medio Ambiente. México.

Ruiz Suárez, Luis Gerardo; Xóchitl Cruz Núñez. 2004. Los gases de efecto invernadero y sus emisiones en México. En *Cambio climático: una visión desde México*. Julia Martínez y Adrián Fernández (compiladores). SEMARNAT-INE. México, 523 pp.

Tudela, Fernando. 2004. México y la participación de países en desarrollo en el régimen climático. En *Cambio climático: una visión desde México*. Julia Martínez y Adrián Fernández (compiladores). SEMARNAT-INE. México, 523 pp.

LA HIDROLOGÍA URBANA ANTE LOS RETOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO: EVALUACIÓN DE RIESGOS HIDROMETEOROLÓGICOS EN MICROCUENCAS PERIURBANAS DE CIUDAD JUÁREZ, CHIHUAHUA

Alfredo Granados Olivas[1], Chris Brown[2], Víctor H. Esquivel Ceballos[2], Hugo Luis Rojas Villalobos[3], Luis Carlos Alatorre Cejudo[3], Luis Carlos Bravo Peña[3]. María Elena Torres Olave[3]

[1]Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, IIT-UACJ; [2]Departamento de Geografía, NMSU; [3]Departamento de Geoinformática, IADA-UACJ

INTRODUCCIÓN

En el mundo, los riesgos hidrometeorológicos han aumentado al presentarse severos cambios en los patrones de las intensidades y periodicidad de las precipitaciones. El desplazamiento de las zonas agrícolas de los territorios en expansión y zonas periurbanas de las grandes urbes del mundo, transforman suelos agrícolamente productivos a zonas urbanas impermeables. Este cambio en el uso del suelo genera riesgos provocando incremento en el volumen y la velocidad de las escorrentías que se producen por efectos de la impermeabilidad inherente a este cambio. En el estado de Chihuahua, el crecimiento urbano sin planeación de las principales ciudades en la entidad ha generado riesgos, ha impactado en la infraestructura y ha dañado propiedades y vidas humanas (Granados *et al.*, 2012; Carlson & Arthur, 2000). El cambio del uso del suelo agrícola a suelo de uso urbano genera problemas y retos de ingeniería para lograr el manejo eficiente de los escurrimientos. Frecuentemente, el concepto de hidrología urbana no es considerado como una parte importante de las estrategias para administrar eficientemente, desde una perspectiva hidrológica, esta modificación en los patrones de escorrentías provocados por los cambios en el uso del suelo. El presente trabajo evalúa las diferentes herramientas de modelación hidrológica aplicando Sistemas de Información Geográfica utilizando el concepto de caracterización de parámetros de la hidrología urbana para estimar riesgos de inundación por efecto de precipitaciones torrenciales en zonas desérticas. Estos estudios son importantes en función de que permiten estimar el nivel de riesgo a poblaciones e infraestructura urbana, permiten la planeación equilibrada entre los diferentes usos del suelo y pueden ser aplicados en regiones con condiciones de desarrollo semejantes.

Impactos del desarrollo urbano en los suelos agrícolas

Es importante destacar que los pulsos del crecimiento de las ciudades y del desarrollo urbano se han sucedido a expensas generalmente de los suelos agrícolas en muchas regiones del

mundo en donde se carece de una planeación con una visión holística hacia el desarrollo sustentable. Generalmente, estos impactos en el ecosistema por efectos del crecimiento de áreas impermeables no son considerados en el balance del costo-beneficio del desarrollo urbano. Las ciudades crecen en las regiones periurbanas en donde generalmente se encuentran áreas agrícolas productivas sacrificando los beneficios de los suelos productivos desde la perspectiva ambiental. Entre los diferentes impactos que se producen se destacan los relativos a la infiltración hacia los acuíferos, los amortiguamientos de temperaturas extremas por efectos de absorción de energía en los suelos, la productividad agrícola de los suelos, entre otros. En general los ecosistemas que se localizan en estos suelos son sacrificados a expensas del desarrollo urbano sin considerar el valor natural de los ecosistemas y principalmente, sin buscar un equilibrio entre las diversas regiones para poder lograr una integración sustentable del crecimiento y prosperidad de las sociedades que se benefician de estas riquezas naturales que provee el suelo. Este fenómeno sucede en todas las sociedades del mundo y no es privativo de nuestro país; sin embargo, el impacto de la falta en México de ordenamiento territorial con una visión holística del desarrollo sustentable ha demostrado que los fenómenos hidrometeorológicos en particular han generado severos daños en los ecosistemas.

Instrumentos y herramientas de modelación

Existen una gran diversidad de instrumentos y materiales que pueden ser utilizados metodológicamente para estimar y modelar los riesgos hidrometeorológicos provocados por efecto de los cambios en el uso del suelo. En este estudio se utilizaron herramientas de Geoinformática para estimar los cambios en el uso del suelo y su predicción en los pulsos hidrológicos por efectos de la precipitación en regiones y zonas de microcuencas conurbadas con áreas de desarrollo en la comunidad de Ciudad Juárez, Chih. En principio se aplicaron los Sistemas de Información Geográfica en la plataforma de ArcGIS v10 en donde se instalaron extensiones especializadas para la modelación hidrológica destacando los instrumentos que provee el sistema a través de la extensión de GeoHMS y HEC-HMS los cuales se aplicaron para la generación de los rasgos hidrológicos de las microcuencas de estudio. Para definir los parámetros de la hidrología superficial utilizando las secciones de canales de potencial riesgo, se aplicó la base de datos de LIDAR generando Modelos Digitales de Elevación (MDE) con resolución a 1 m entre curvas generando una cobertura con alta resolución la cual permitió estimar con mayor precisión las posibles rutas de conducción de las escorrentías producto de las diversas intensidades de precipitación. Los usos del suelo y su correspondiente Numero Curva (CN por sus siglas en inglés) se obtuvieron de las bases de datos referidos al tipo de desarrollo y su relativa impermeabilidad según el tipo de infraestructura urbana existente. Estos

valores fueron cotejados con las tablas referentes del CN identificadas en el territorio evaluado espectralmente y conforme a los censos de usos del suelo publicados en el PMDCJ, 2010-2013. Una vez cotejados los valores de escorrentía potencial y sus respectivos pulsos modelados en función a los diversos periodos de retorno estimados de las bases de datos del Laboratorio de Meteorología de la UACJ en donde se concentran los registros de la precipitación regional y otros datos climatológicos se aplicó al ejercicio de modelación computacional. El conjunto de tablas de información y valores calculados con las herramientas de modelación hidrológica previamente definidos, permitió modelar las zonas de riesgo de inundación. Este ejercicio de modelación de riesgos de inundación se realizó con los instrumentos que provee el programa Flood Area, el cual genera resultados sustentados en los valores de CN y del estimado de escurrimientos superficiales sustentados en los periodos de retorno, generando una visión tridimensional de las diferentes potenciales áreas de riesgo de inundación. En el diagrama de flujo de la figura 1 se puede observar los diversos pasos metodológicos que se utilizaron para llegar a obtener resultados en el modelaje hidrológico.

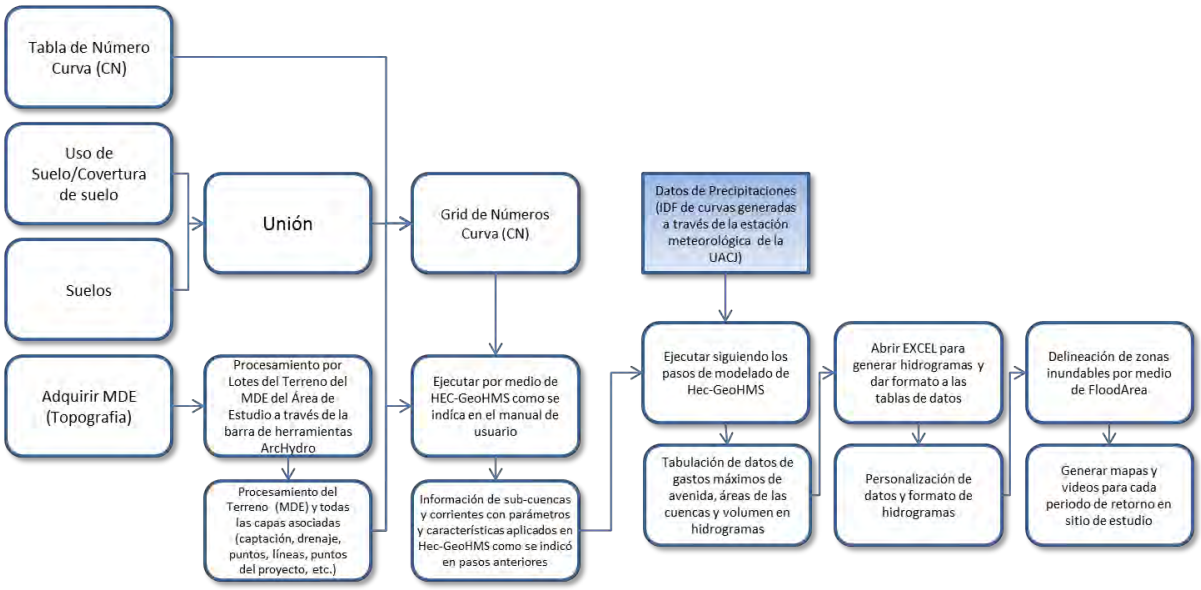


Figura 1. Diagrama de flujo de los pasos metodológicos del modelaje para estimar los principales conceptos de la hidrología urbana

Productos del modelo de riesgos de inundación en microcuencas

En la figura 2 se puede identificar uno de los productos del modelado que permite observar diferentes características hidrológicas en el área evaluada con la definición de las diversas microcuencas producto del proceso de definición con el MDE generado con la base de datos de LIDAR. En principio se puede apreciar una definición de la delineación de los parteaguas de las

cuencas en donde se destaca la precisión con la que se produce esta segmentación de las microcuencas generando de igual forma diversos parámetros hidrológicos de manera automatizada como resultado del proceso con HEC-HMS. En este sentido se aprecia la importancia del uso de bases de datos de alta resolución con LIDAR.

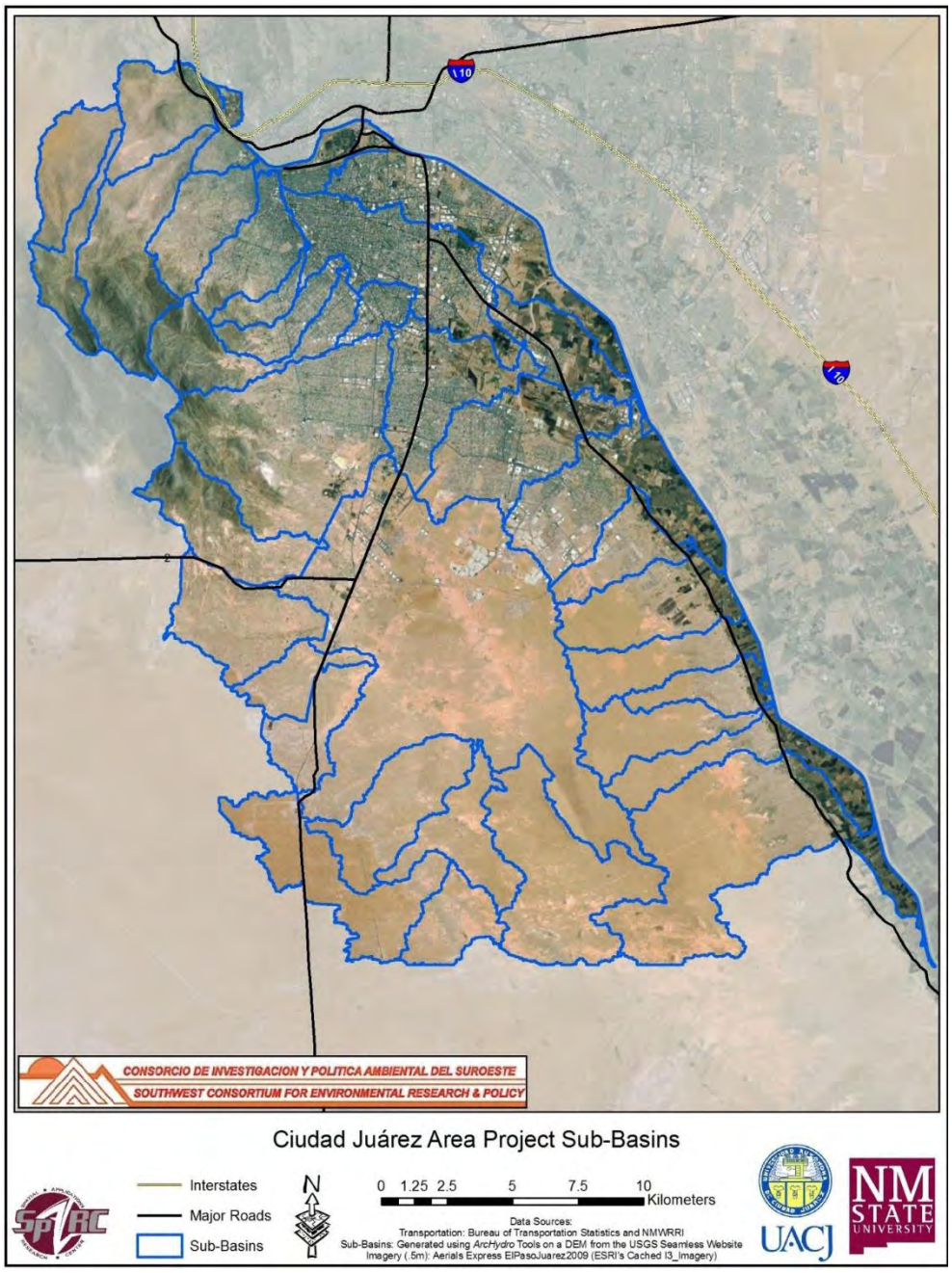


Figura 2. Delineación de microcuencas producto del proceso de LIDAR con HEC-HMS

Como ejercicio básico, se corrió un análisis de riesgo en las diferentes microcuencas modeladas. En la figura 3 se puede apreciar el resultado de este proceso en una zona

específica al norte del área de estudio. En esta figura 3 se destacan las diversas zonas de inundación potencial como resultado de periodos de retorno de 1 hasta 100 años en donde los colores cálidos representan las zonas de mayor riesgo. Se puede notar en uno de los principales arroyos en la zona (Arroyo de Las Víboras) las manzanas de riesgo en la zona con elevaciones que alcanzaron más de 6 m por encima de la superficie de rodamiento.

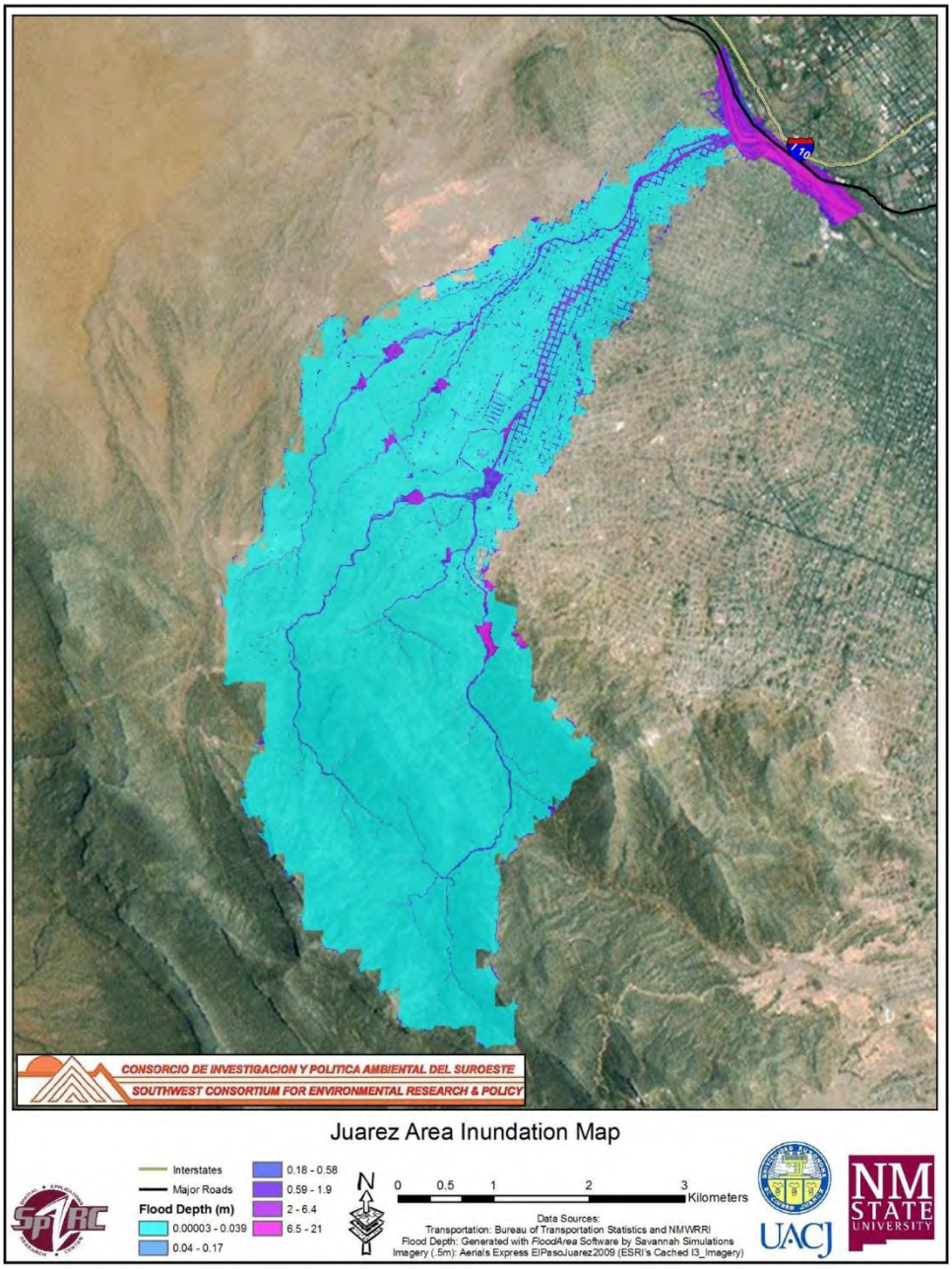


Figura 3. Zonas de inundación en microcuenca modelo.

CONCLUSIONES

En las zonas desérticas las lluvias torrenciales provocan daños severos a la infraestructura urbana y pone en riesgo la vida humana. En este estudio diversas herramientas y bases de datos se utilizaron para generar una cartografía de riesgos hidrometeorológicos por efectos del cambio de uso del suelo. El cambio de suelos agrícolas a suelos urbanos permite el incremento de zonas impermeables incrementando a su vez la velocidad y el gasto que se genera por efectos de los pulsos de la conversión precipitación-escurrimiento. Esto aumenta los riesgos hidrometeorológicos en función a que el tipo de precipitación es torrencial concentrándose en lugar con altas intensidades y generando desastres al impactar a la infraestructura que no está diseñada para manejar grandes volúmenes producto de estos pulsos de escorrentías. Los instrumentos de modelaje utilizados en este ejercicio demostraron que, es viable generar una cartografía de riesgo en base a la precisión de los materiales con los que se generaron los modelos. Esto a su vez permite que en base a los diversos usos de suelos localizado en la zona de estudio, se puede pensar en generar modelos de predicción en tiempo real en donde, a través de una red de monitoreo climatológico, se produzcan los mapas riesgo en internet que permita la toma de decisiones en tiempo para reducir los riesgos a las poblaciones.

Agradecimientos

Los autores de este trabajo agradecemos al Consorcio de Investigación y Política Ambiental del Suroeste (CIPAS-SCERP por sus siglas en inglés) y a la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez por el financiamiento y las facilidades otorgados para la realización de esta investigación bajo el fondo de financiamiento externo NR-09-01.

BIBLIOGRAFÍA

Carlson, T.N., and Arthur, S.T. (2000). The impact of land use-land cover changes due to urbanization on surface microclimate and hydrology: a satellite perspective. Elsevier Science: B.V. Global and Planetary Change. Vol.25:49-65

Granados Olivas, Alfredo, Chris Brown, Victor H. Ezquivel Ceballos, Zack Edwards, Aldo Piñon Villareal, 2012. CAMBIOS EN EL USO DEL SUELO URBANO: EVALUACION DE RIESGOS HIDROMETEOROLOGICOS EN LA REGION PASO DEL NORTE APLICANDO SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA. Dinámicas locales del cambio ambiental global: aplicaciones de percepción remota y análisis espacial en la evaluación del territorio, Editores: ERICK SANCHEZ FLORES Y ROLANDO E. DIAZ CARAVANTES, ISBN 978-607-9224-80-6

PMDCJ, 2010-2013. Plan Municipal de Desarrollo de Ciudad Juárez, 2010-2013. Rev. el 13/08/2013http://www.juarez.gob.mx/transparencia/leyes%20y%20reglamentos/PMD%202010-2013.pdf

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE BIODIGESTORES ANAERÓBICOS EN ESTABLOS Y GRANJAS PORCICOLAS.

Barrera-Flores Luis J.

[1] Facultad de agricultura y Zootecnia. Universidad Juárez del Estado de Durango. México.

INTRODUCCIÓN

La digestión anaeróbica de estiércol es una opción de tratamiento de purines con beneficios. Estiércol crudo se procesa mediante un contenedor libre de oxígeno, con climatización en algunos casos, lo que permite la digestión que se inició en el estómago de la vaca para continuar y mejorar. Los productos de la digestión anaerobia de estiércol incluyen un gas combustible (es decir, biogás), efluentes líquidos, y sólidos tales como lodos/slurry.

El gas se utiliza a menudo para la generación de energía (electricidad, calor o frío).

El líquido efluente es empleado como un fertilizante de bajo olor con características similares a los fertilizantes comerciales que actualmente usan los agricultores en la aplicación al suelo.

El sólidos/lodo/slurry se emplea como mejorador del suelo, al ser aplicado en dilución con el agua de riego en los campos agrícolas, adyacentes a las explotaciones pecuarias.

El presente trabajo tuvo su origen en la información y observación de campo recopilada al efectuar visitas a establos lecheros y granjas porcicolas en las siguientes regiones de la República Mexicana.

a) La Comarca Lagunera de los Estados de Coahuila y Durango.
b) Los Altos de Jalisco.
c) La zona del bajío de los Estados de Guanajuato y Querétaro.

El común denominador encontrado es que los Biodigestores anaeróbicos tipo Laguna/Plug flow, fueron instalados con deficiencias técnicas y con ausencia total de supervisión y/o mantenimiento.

PUNTOS CRÍTICOS EN LA OPERACIÓN DE BIODIGESTORES ANAERÓBICOS

Digestión Anaeróbica

Se da este nombre al proceso de *fermentación microbiana de sustancias* orgánicas en ausencia de aire, generalmente este proceso se verifica en forma natural con microorganismos que se

encuentran en el medio ambiente y que alcanzan un equilibrio ecológico que permite degradar la materia orgánica original hasta ciertos productos de amplia utilidad.

Es decir que se produce un ennoblecimiento de la materia biodigerida

Básicamente se consideran tres etapas fundamentales en el proceso de biodigestión, siendo responsables de cada una de ellas un grupo de bacterias diferentes:

Primera etapa:	Hidrólisis
Segunda etapa:	Formación de Ácidos o Acido génesis
Tercera etapa:	Formación de Metano o Metano génesis

-Primera etapa: Los carbohidratos o polisacáridos (almidón, celulosa, etc.); los Lípidos o grasas y las proteínas son reducidos a moléculas más simples mediante el proceso de hidrólisis.

-Segunda etapa: Los productos anteriores (compuestos solubles) son convertidos en Ácido-Acético, hidrogeno y CO2.

-Tercera etapa: Los productos anteriores (ácidos orgánicos) son convertidos en metano(CH4), dióxido de carbono (C02) y otros gases, a esta mezcla se le llama BIOGÁS.

(Breure, 1986).

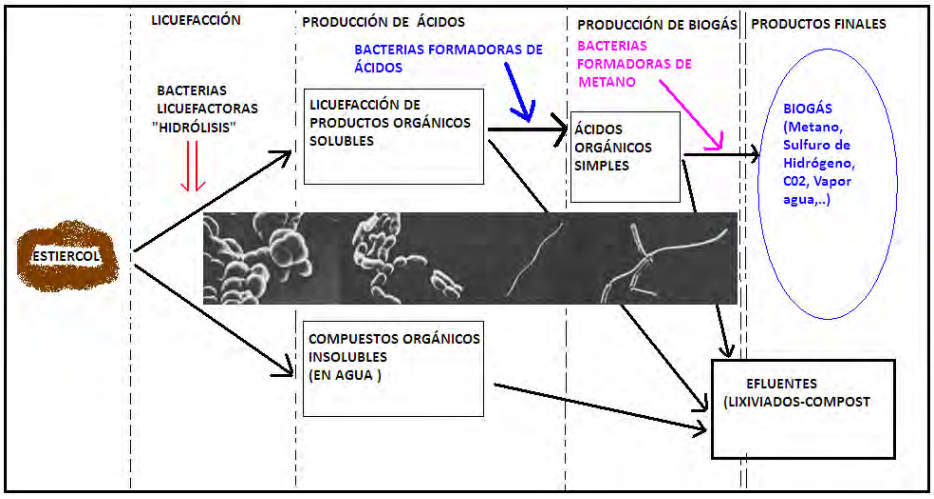


Fig. 1 Lleleji, K.,*et al*(1997).

PUNTOS CRÍTICOS EN LA BIODIGESTIÓN ANAERÓBICA

Un Biodigestor anaeróbico (*BDA*), requiere un continuo proceso de monitoreo en.

1)Agua 2) R C:N Biomasa 3) Porcentaje sólidos. 4) Temperatura 5) Tiempo retención - Temperatura. 6) pH 7) Contaminantes a evitar en el afluente 8) Agitación.

1) Agua.

Es de vital importancia conocer la calidad del las fuentes de agua que abastecerán o abastecen actualmente la explotación pecuaria. Esta es empleada en el proceso de Biodigestión anaeróbica y es usada como vehículo transportador y solvente del estiércol en gran porcentaje. Existen substancias que son toxicas para las bacterias presentes en el proceso de la Biodigestión anaerobia, y su toxicidad provoca una reducción en el eficiencia en la producción de BIOGÁS, siendo que en algunas ocasiones tan alta es la toxicidad que la producción del BIOGÁS es cero.

Las sales alcalinas pueden acelerar o retardar el proceso de Biodigestión anaerobia, dependiendo de la concentración en que se encuentren en la BIOMASA que mezclamos para introducir en el Biodigestor.

Elemento	**Catalizador**	**Inhibición Moderada**	**Inhibición Fuerte**
Sodio	100 – 200 mg/l	3500 – 5500 mg/l	8000 mg/l
Potasio	200 – 400 mg/l	2500 – 4500 mg/l	12000 mg/l
Calcio	100 – 200 mg/l	2500 – 4500 mg/l	8000 mg/l
Magnesio	75 – 150 mg/l	1000 – 1500 mg/l	3000 mg/l
Amonio	500 – 1000 mg/l	1500 – 3000 mg/l	3000 mg/l

Fig. 2 Hilbert , J.A.(2009)

2) R C:N Biomasa

La relación carbón nitrógeno debe ser evaluada a fin de debe de ser balanceada dentro del rango de:

30:1 - 18:1

La importancia de las cantidades disponibles de carbono y nitrógeno en el material destinado a la digestión se debe a que la bacteria encargada del proceso anaerobio de descomposición utiliza el carbón de treinta a treinta y cinco veces más velozmente que el nitrógeno.

Si la proporción carbono / nitrógeno (C/N) es superior a 30:1 en los residuos que deben ser digeridos, el nitrógeno se elimina antes que el carbono y parte de las bacterias mueren. y se libera el nitrógeno de las células y se va restableciendo así la proporción más elevada

Dado que el proceso de fermentación acaba una vez que se ha consumido todo el carbono, todo el exceso de nitrógeno permanece sin digerir en los residuos y se pierde en el aire cuando se aplica el estiércol como abono.

En el proceso de asimilación de N, parte del carbono se oxidará a CO_2, de esta forma la concentración de C en el fermentador se reduce cuando las bacterias recobran el N faltante.

Entonces la digestión puede continuar, pero el proceso global será mucho más lento que si el material alimentado tuviera una relación más adecuada. Si la relación es baja, por el contrario el C se terminará antes que el N, originando que el proceso de fermentación se detenga y posteriormente el material perderá el N remanente. La idea de la digestión anaeróbica es convertir todo el carbono posible a CH_4, con la menor pérdida posible de N. (Carrillo, L. 2003).

3) Porcentaje sólidos.

El porcentaje de sólidos totales contenidos en la mezcla con que se carga un Biodigestor, es también un factor importante a considerar a fin de lograr el éxito en la producción de BIOGÁS o el azolve del mismo en poco tiempo.

Experimentalmente se ha comprobado que una carga de BIOMASA que contenga entre un 7% (siete por ciento) a 9% (nueve por ciento) de sólidos totales es óptima para la digestión del sistema.

De estos sólidos, entre un 70% y un 90% son materia orgánica biodegradable y se denomina ***SÓLIDOS VOLÁTILES*** . (Taiganides, E.P. 1980).

4) Temperatura

Las bacterias son el ***TRABAJADOR*** de este proceso de biodigestión, y es importante e indispensable mantener el umbral de temperatura apropiado para que ellas puedan vivir y trabajar a nuestro favor. Siendo el intervalo desde los 15° C - 65°C .

Para el desarrollo óptimo del proceso de BIODIGESTION se distinguen los siguientes intervalos de temperatura.(Bidlingmaier W. 2006).

INTERVALO	° C CENTIGRADOS
Psicrofilico	15 – 25
Mesófilico	30 – 40
Termofílico	55 - 65

Fig 3 Bidlingmaier W. (2006).

5) Tiempo retención -Temperatura.

Las bacterias requieren de un cierto tiempo para degradar la biomasa (M.O.). La velocidad de degradación depende de la Temperatura en gran medida, ya que a mayores temperaturas el tiempo de retención requerido para obtener una buena producción de gas es menor. (Ahring, B. K., A. A. Ibrahim, et al. 2001)

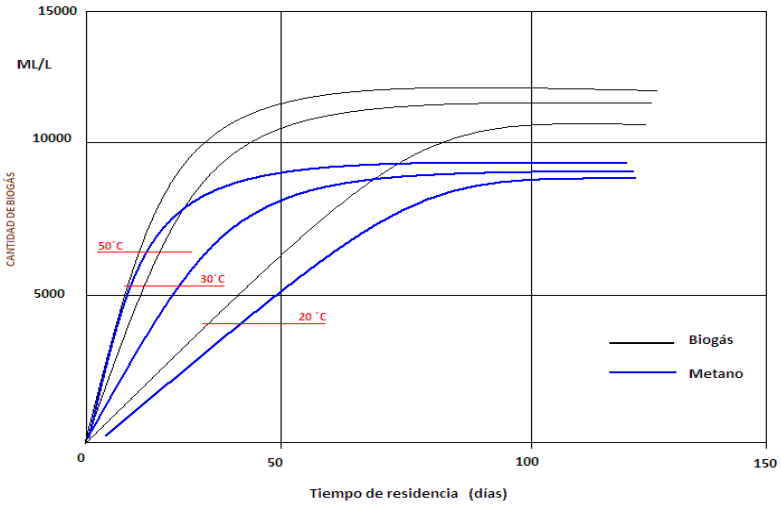


Fig 4 . Ahring, B. K., A. A. Ibrahim, et al. (2001)

Es el tiempo que debe permanecer el Afluente orgánico en el digestor, para alcanzar los niveles de energía y/o reducción de la carga contaminante que se hayan prefijado.

Estará dado por la cantidad de residuos fermentable que puede entrar al sistema por día. Este factor depende de la temperatura del medio y de la concentración de sólidos que se quiere mantener. (Hilbert , J.A.2009)

MATERIA PRIMA	T.R.H.
Estiércol bovino líquido	20 – 30 días
Estiércol porcino líquido	15 – 25 días
Estiércol aviar líquido	20 – 40 días

Fig 5 . Hilbert , J.A.(2009)

6) pH

Hablar del pH significa que debemos tener conocimiento del grado de Acidez en mayor o menor nivel que tenga el Biodigestor.

El pH normal de en un BD fluctúa entre*: 6.8* a *7.6*

Esto es un índice del adecuado equilibrio ecológico que existe en el interior del Biodigestor. Cualquier incremento en el nivel de pH generalmente nos indica que existe en el interior del Biodigestor una desbalance causado por un exceso de AMONIACO (NH_3).

En sentido opuesto la disminución del pH implica el aumento en el contenido de los ácidos grasos volátiles (ácido acético, ácido propionico, ácido butílico), ocasionando la muerte de los microorganismos productores del metano. (Fulhage C., *et al 1993)*.

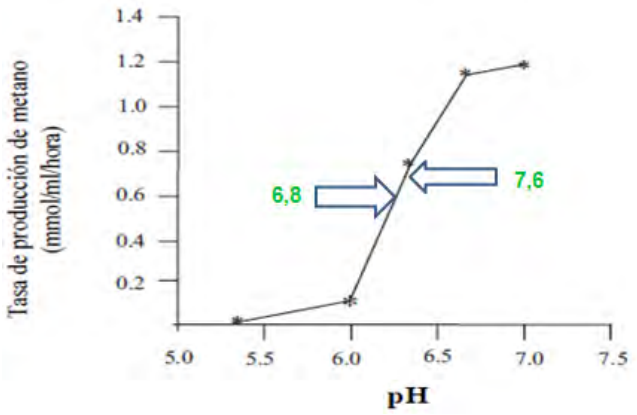
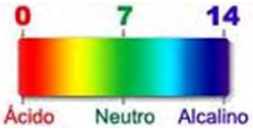


Fig 5 Adaptada de Kessel y Russel, por Carmona C. *et al* (2005).

En caso de haber encontrado una anomalía en el nivel de pH, ya sea alto o bajo se recomienda realizar una aplicación gradual y medición continúa del nivel del pH:

- Un álcali ($CaOH_2$) conocido como Cal común.



- un Ácido (H_2SO_4) Ácido Sulfúrico

7) Contaminantes a evitar en el afluente

-Antibióticos que son suministrados en el alimento a los animales o como tratamiento curativo o tratamiento preventivo vía intramuscular, intravenoso, subcutáneo, intramamario, en concentraciones medias a altas pueden inhibir el proceso de la Biodigestión anaeróbica al llegar como parte de leche de descarte u hospital.

-Detergentes y Ácidos empleados en la limpieza de equipos de ordeña, tanques enfriadores, amamantadoras, jaulas crianza, etc.

-Soluciones desinfectantes como sulfato de cobre, formol, etc. empleados en el tratamiento de las patas de las vacas.

-Aceites y combustibles procedentes de áreas de mantenimiento de maquinaria y equipo agrícola y transporte.

8) Agitación

La Biomasa o sustrato y los microorganismos deben estar en contacto continuo para que se produzca el proceso de la biodigestión anaerobia, por lo que es necesario agitar ocasionalmente la masa del biodigestor, si se desea obtener un mejor rendimiento.

Hay que evitar la formación de NATAS o COSTRAS en la superficie del biodigestor, las cuales impiden la salida del biogás a la parte del biodigestor que funciona como gasómetro.

Los BDA requieren distintos niveles de agitación dependiendo del tipo de microorganismos /temperatura a la cual estén trabajando.

PSICROFILICOS (15 A 25 ° C). --- dar agitación esporádica.

MESOFÍLICA (30 A 40 ° C). --- Requiere agitación mecánica cada 2 días.

TERMOFÍLICA (55 A 65° C). --- Requiere agitación mecánica mínimo cada 2 días.

(Moncayo-Romero, G. 2005).

CONCLUSIONES

Con base al trabajo de análisis del diseño, operación, mantenimiento preventivo y correctivo a BDA realizado en Comarca Lagunera, Los altos de Jalisco y El Bajío, el común denominador observado es:

-Excesivo porcentaje de sólidos ingresados a sistemas tipo laguna/Plug flow.

-Falta de sistemas de agitación.

-Nulo programa de extracción de lodos,

-Adición de todo tipo de drenajes a los afluentes de los BDA.

-Inapropiado dimensionamiento de los BDA.

Es necesario y urgente la preparación de profesionales en Mantenimiento y Operación de Biodigestores anaeróbicos.

BIBLIOGRAFIA

Ahring, B. K., A. A. Ibrahim, et al. (2001). "Effect of Temperature Increase From 55 to 65°C on Performance and Microbial Population Dynamics of an Anaerobic Reactor Treating Cattle Manure." Water Research .

Bidlingmaier W. (2006). Fifth ORBIT Conference Probes Anaerobic Digestion. *BioCycle Journal of Composting and Organics Recycling.* .

Breure, (1986). "Hydrolysis and acidogenesis fermentation of protein and carbohydrates in anaerobic waste water treatments". Off setduikkerij. Kanters B. V, Alblasserdam.

Carmona C. *et al* (2005) El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo, Universidad de Antioquia República de Colombia.

FIRCO 2008. Diagnóstico General de la Situación Actual de los Sistemas de Biodigestión en México . MÉXICO.

Fulhage C., *et al (1993).* Generating Methane Gas From Manure. University of Missouri Extension. Department of Agricultural Engineering.

Hilbert , J.A.(2009) Manual de producción de biogás. Instituto de Ingeniería Rural I.N.T.A.-CASTELAR. República de La Argentina

Lleleji, K.,*et al*(1997). Basics of Energy Production through Anaerobic Digestion of Livestock Manure**,** PURDUE UNIVERSITY Department of Agricultural and Biological Engineering.

Moncayo-Romero, G. (2005). Digestión anaeróbica y manejo de Biodigestores. Ambato Provincia de Tungurahua Republica Oriental del Ecuador.

Taiganides, E.P. (1980) Biogás, recuperación de energía de los excrementos animales Zootecnia.

USO DE INJERTOS EN HORTALIZAS

Arturo Gaytán-Mascorro[1], Yasmín Ileana Chew-Madinaveitia[1], David Guadalupe Reta-Sánchez[1]; José De Jesús Espinoza-Arellano; Isidro Reyes Juárez.

[1]INIFAP-Campo Experimental La Laguna. Blvd. José Santos Valdéz 1200 Pte. Col. Centro. 27440, Cd. Matamoros, Coahuila, México. Correo electrónico: **gaytan.arturo@inifap.gob.mx**

**Este trabajo forma parte de las actividades realizadas en los proyectos: 1946/2012 "Tecnologías Alternativas para Incrementar la Producción Rentable y Sustentable de Melón, Sandía y Tomate para la Comarca Lagunera" financiada por la Fundación Produce Durango A.C.; Proyecto COAH-2010-C12-137989 "Adaptación Validación y Transferencia de tecnologías Alternativas Para Producir Hortalizas (melón y sandía) Fuera de Temporada en la Comarca Lagunera" Financiado por CONACYT y el Gobierno del Estado de Coahuila. FOMIX-CONACYT-COAHUILA;* Proyecto COAH-2010-C12-141033 "Adaptación, Validación y Transferencia de la Técnica de Injerto para Incrementar la Productividad de Hortalizas (Tomate) Bajo Condiciones Protegidas o a Campo Abierto en La Comarca Lagunera". *Financiado por CONACYT y el Gobierno del Estado de Coahuila. FOMIX-CONACYT-COAHUILA.*

INTRODUCCIÓN

El uso de injertos en hortalizas inició en Asia en 1920, en Europa en 1947 (Holanda), en España la investigación sobre el uso de injertos en melón y sandía fue iniciada en 1975 pero su uso comercial fue hasta 1980; en tomate los primeros experimentos fueron realizados en 1977-1980 (Miguel 2009); en América actualmente se está promoviendo su utilización (Figura 1).

En México una de las primeras referencias al uso de injertos en hortalizas fue en 2001 en tomate (Burgueño y Barba, 2001); en melón, sandía los ensayos iniciales con la técnica del injerto fueron en 2006. En la Comarca Lagunera los primeros reportes del uso de injerto en melón y en sandía han sido publicados en 2010. La técnica del uso de injertos en hortalizas ha sido importante para resolver problemas de enfermedades del suelo; ha sido utilizada para minimizar el efecto ambiental a través del incremento del vigor de la planta que le permite mayor tolerancia a altas temperaturas; y condiciones de otro tipo de estrés como salinidad.

Figura 1. ORIGEN DEL USO DE INJERTOS EN HORTALIZAS

El método tradicional para el control de enfermedades del suelo en hortalizas ha sido la fumigación con productos químico principalmente con bromuro de metilo, sin embargo su uso ha sido restringido debido a que daña la capa de ozono; una alternativa es el uso de planta injertada.

Situación actual

En Estados Unidos y otros países el uso de planta injertada en hortalizas no es una tecnología común debido a la práctica de rotación de cultivos y al argumento que hasta hace unos cuantos años significaba el alto costo de producción; en la actualidad se están reconociendo los beneficios del injerto en los diferentes sistemas de producción de hortalizas (O´Conell, 2008). En México se están realizando trabajos experimentales y evaluaciones a nivel comercial y semicomercial con plantas injertadas en melón, sandía, tomate y chile para resolver problemas de enfermedades y como alternativa para incrementar vigor y rendimiento.

En el estado de Colima, se ha trabajado con planta injertada para el control de (MNSV- Melon Necrotic Spot Virus transmitido por el hongo *Olpidium bornovanus*) que causa pérdidas en rendimiento en **melón y sandía** (Miguel, 1977); para este virus si hay variedades resistentes y en otros países es lo que ha frenado el uso de injertos. En las esporas de *Olpidium radicale* puede sobrevivir el MNSV ya que estas estructuras pueden conservarse en el suelo durante años a profundidades de al menos 40 cm (Gómez *et al*., 1993).

El injerto se ha utilizado para el control de otras enfermedades que causan daños hasta del 100% como es el caso de *Monosporascus cannonballus*; este hongo ha sido reportado en México en sandía en 1996 por Martyn *et al* (1996); en melón en 2012 por Chew *et al* (2012); ese mismo año fue reportado para el Norte de México en sandía por Gaytán *et al* (2012c); sin embargo, la evidencia de esta enfermedad se tiene desde 2009. El injerto en melón también ha sido utilizado en combinación con la aplicación de fitorreguladores para aumentar el tamaño del fruto.

En tomate el uso de planta injertada ha sido para maximizar rendimiento y calidad del fruto y como una alternativa para la reducción en el uso de biocidas (bromuro de metilo). **En pimiento** se han reportado estudios para tolerancia a enfermedades del suelo causado por *Phytophthora capsici* dando como resultado la identificación de una fuente de resistencia con el cv M363 a esta enfermedad (Anaya *et al* 2007, García *et al* 2010), aunque en el mercado se reportan materiales resistentes a *Phytophthora capsici*. En pepino, berenjena, y tomate cherry, el uso de planta injertada ha sido más limitado existiendo poca información al respecto; sin embargo hay

portainjertos con resistencia genética incorporada para diferentes tipos de estrés en estos cultivos.

En México no hay datos oficiales de la cantidad de planta injertada que se utiliza en hortalizas, sin embargo, se han tenido programas de apoyo para la producción de planta injertada en melón, sandía, y tomate en varios estados del país (Colima, Sonora, Baja California, Sinaloa); en Nayarit, Jalisco y Michoacán empresas privadas han incursionado con el uso de injerto principalmente en sandía; en estados como Coahuila, Durango y Guanajuato el uso de planta injertada es principalmente en tomate y con agricultores de altos ingresos que han invertido en infraestructura para producir su propia planta y producción de planta para venta a terceros. Algunas cifras del uso de injertos en México ha sido reportada por Davies et al (2012); y Gaytán et al (2012d), sin embargo éstos últimos han realizado sus estimaciones utilizado las cifras reportados en la literatura o bien como resultado de encuestas entre productores ó técnicos que se desempeñan como asesores o que forman parte del grupo de trabajo de las empresas de agricultores productores de hortalizas.

Objetivo del uso de Injertos

A partir de los reportes iniciales la superficie del uso de injertos y los propósitos para su uso han ido en aumento por ejemplo: la reducción o eliminación del uso de contaminantes en la agricultura; evitar el daño causado por enfermedades del suelo *Fusarium, Fusarium* raza 2 (F2), *Verticillium* (V), *Fusarium radicis* (Fr) nematodos (N), *Pyrenochaeta lycopersici* o corky root (P), *Phytophtora,* Pseudomonas, *Monosporascus cannonballus,* tolerancia a temperaturas extremas, incrementar el vigor de plantas, resistencia al Mosaico del tabaco ™ (Lee, 1994), mejorar el aprovechamiento de agua y nutrientes, aumentar el período de producción o de cosecha, mayor rendimiento y calidad de fruto, tolerancia a salinidad, mildiu, y oidium.

ASPECTOS GENERALES DEL USO DE INJERTO EN HORTALIZAS

El injerto es una técnica de multiplicación no generativa que consiste en obtener una planta nueva a partir de la unión de la parte aérea y la parte radical de plantas diferentes. Es la unión de dos porciones de tejido vegetal viviente para que se desarrolle como una sola planta (Camacho y Fernández, 2000).

Entre las especies hortícolas, sólo se injertan las solanáceas (jitomate, pimiento y berenjena) y las cucurbitáceas (melón, sandía y pepino). Para realizar el injerto tanto el patrón como la variedad, deben tener compatibilidad y pueden o no ser de la misma especie, pero sí de

especies afines por ejemplo: la sandía se injerta sobre calabaza. Se pueden usar variedades e híbridos interespecíficos con el fin de ampliar la base genética de la planta.

CRITERIOS PARA EL USO DE INJERTOS

Se debe considerar el problema que se quiere resolver, de esto depende: la selección de patrón; selección de la variedad; manejo antes, durante y después de la plantación así como pruebas previas de compatibilidad que puede ser de contacto o de translocación (la primera se puede corregir pero la segunda no, debido a que se degenera el floema por problemas de movimiento de carbohidratos); el portainjerto debe tener vigor y rusticidad (Miguel 2002); y complementación de la técnica con otras prácticas. Peiró (1994) menciona que deben ser consideradas las condiciones para plantar en invernadero para reducir el estrés al que van a ser sometidas las plantas. Entre los problemas asociados con el injerto y el cultivo de planta injertada se pueden mencionar: problemas de operación o dominio de la técnica de injerto, cuidados post injerto, selección de porta injertos para el problema identificado, manejo del semillero, desbalance en crecimiento vegetativo de cultivares, falta de coincidencia de diámetro entre patrón y variedad al momento del injerto (Lee, 1994). Para plantaciones comerciales el costo del injerto es un aspecto importante.

MÉTODOS DE INJERTO

Han sido desarrollados básicamente dos tipos de injerto en hortalizas, uno en el que se mantiene tanto el sistema radical del patrón, como el de la variedad (injerto de aproximación en cucurbitáceas); y otro en el que el brote de la variedad se une a la planta del patrón (método de empalme en solanáceas). Otros tipos o métodos de injerto en cucurbitáceas son: injerto de hendidura, de brote, doble injerto, dakitsugi, injerto de cuña, y adosado. Los métodos de injerto han sido ampliamente descritos por varios autores (Chavagnat *et al*., 1972; Hartmann y Kester, 1991; Miguel, 1997; Camacho, 1999; De la Torre, 2005; Davis *et al*., 2008b). En tomate se puede mencionar de perforación lateral, de púa sobre esqueje del patrón, púa de brote, de púa terminal, y dakitsugi. El injerto puede hacerse de manera manual, con máquinas semiautomáticas y métodos totalmente automáticos mediante el uso de robots. Cualquiera que sea el método, se busca que sea fácil y seguro. El objetivo es bajar los costos de ésta técnica y aumentar la eficiencia en el prendimiento de planta injertada.

DESCRIPCION DEL MÉTODO DE INJERTO POR APROXIMACIÓN

1) Se siembra la variedad y a los 5-7 días después, se siembra el portainjerto.

2) El momento para hacer el injerto es cuando el patrón tenga el botón de la primera hoja verdadera y la variedad muestre la primera hoja verdadera en desarrollo.
3) En el tallo del patrón y de la variedad, se hacen cortes de 2-3 cm en dirección opuesta para posteriormente unir estas dos áreas; se sujetan con cinta de plomo o con pinzas de plástico que las mantienen unidas las plantas firmemente.
4) Las plantas injertadas se colocan en invernadero en sombreo con una temperatura de 22 a 30°C, y humedad relativa de 95% por un período de tres días; paulatinamente se reduce la condición de sombreo. El injerto queda adherido en 3-4 días y todo el proceso termina en 15-20 días.
5) Corte de tallo en el portainjerto y Corte de raíz en la variedad: se quita el tallo de la variedad por debajo del injerto y se corta el tallo del patrón por encima del injerto.
6) Aclimatación.- Antes de llevarlas al campo, las plantas deben ser aclimatadas de 4-7 días.

GUÍA PARA PRODUCIR PLANTA INJERTADA EN MELÓN Y SANDÍA

Una guía del proceso de producción de planta injertada (en base a experimentos realizados en el Campo Experimental La Laguna), se presenta en la figura 2 (Adaptado de Oda 1999).

Figura 2.GUÍA PARA REALIZAR INJERTOS EN MELÓN Y SANDÍA

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE INJERTO POR EMPALME

Este método requiere condiciones de temperatura, humedad y luz para tener altos índices de prendimiento. Es necesario tener un calendario de las actividades a realizar para tener éxito en

la producción de plantas para realizar el injerto. En el cuadro 1 se presenta una guía para la producción de planta injertada de tomate. Este método consiste de lo siguiente:

1) Siembra de patrón en bandejas de 200 alvéolos.
2) Siembra de la variedad de acuerdo al tipo de planta que se quiera producir.
3) Realizar el injerto cuando los tallos tanto del patrón como de la variedad tengan el mismo grosor o diámetro: a) cortar el tallo del patrón en forma de bisel de 45°, b) colocar clips, pinza o tubo de plástico de unión en el patrón, c) cortar la variedad y ensamblar o unir patrón y variedad.
4) Colocar las plantas en la cámara de prendimiento.
5) Llevar a zona de aclimatación y después pasar a sala de acondicionamiento.
6) Realizar el trasplante en campo o invernadero.

INSTALACIONES PARA REALIZAR EL INJERTO

Para realizar el injerto se requiere la siguiente infraestructura e instalaciones las cuales tienen una función específica: 1) **Cámara de germinación,** 2) **Cámara de cultivo,** 3) **Taller de injertos,** 4) **Sala de prendimiento, y** 5) **Zona de aclimatación.**

Cuadro 1. Guía para producción de planta injertada en tomate. INIFAP-CELALA. 2011-2012.

INJERTO DE EMPALME EN TOMATE					
TIPO DE PLANTA	SIEMBRA PATRÓN	SIEMBRA VARIEDAD	NÚMERO DE DÍAS A INJERTO	PRENDIMIENTO Y ACONDICIONAMIENTO	TIEMPO A TRASPLANTE
Planta Normal	0 días	2-7 días	22-28	44 días	45–50 días
Planta Grande	0 días	5-12 días	27-34	50 días	52-60 días

RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN REALIZADOS EN CUCURBITÁCEAS (MELÓN-SANDÍA).- Los estudios del injerto en hortalizas incluyen aspectos de **COMPATIBILIDAD.-** En melón se puede tener incompatibilidad entre patrones y variedades por lo que se debe continuar evaluando la interacción patrón-variedad **TIPO DE INJERTO.**- Influye en la producción del cultivo especialmente en melones de tipo español, en los que no hay buena afinidad con los patrones de calabaza (Miguel, 1977). **DENSIDAD DE LANTACIÓN.**- El costo de plántulas determina la densidad a utilizar, Gamayo y Aguilar, (1998). El rendimiento de melón depende más del número, que del peso o tamaño de los frutos; **PORTAINJERTOS Y**

VARIEDADES. Se debe estudiar la interacción portainjerto –variedad ya que influye en crecimiento, rendimiento y calidad de fruto; **TEMPERATURA.** Yetisir y Sari (2004) concluyen que especies de Cucurbita pueden usarse como portainjertos en sandía para fechas tempranas cuando la temperatura del suelo son bajas; **RESISTENCIA A VIRUS.** El primer reporte de sandía genéticamente modificada resistente al virus del moteado verde del pepino (CGMMV) fue reportado por Sang *et al* (2005). **MUERTE SÚBITA.** Dos de los principales problemas de melón es la muerte súbita o colapso, y la fusariosis vascular; **ABSORCIÓN Y USO DE NUTRIENTES.-** Se ha sugerido el uso de injertos como una alternativa para hacer eficiente el uso de fertilizantes (Leonardi y Giuffirda, 2006; Ruíz *et al.*, 2006), pero estos efectos no han sido bien documentados. **RENDIMIENTO.-** En melón no todos los portainjertos tienen afinidad con un amplio rango de variedades. **CALIDAD DE FRUTO.**- Se tienen pocos indicios de que el injerto mejore la calidad del fruto en melón (Lee, 1989, citado por Davis *et al*., 2008b); **DIVERSIDAD GENÉTICA PARA RESISTENCIA A ENFERMEDADES.-** Turquía es uno de los centros de diversidad genética para cucurbitáceas debido a su ubicación geográfica y ecológica, producto de la selección natural y de la actividad de agricultores; **USO DE INJERTOS Y SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ALTERNATIVOS.-** El injerto en hortalizas puede formar parte de un enfoque de sistemas innovativos que buscar nuevas oportunidades económicas, estabilidad en producción y alta cantidad y calidad de frutos (O´Conell, 2008). En la Región Lagunera se han realizado estudios para mejorar productividad, resistencia o tolerancia a enfermedades, calidad de fruto, y aspectos de inocuidad.

PRIMEROS TRABAJOS DEL USO DE PLANTA INJERTADA EN LA REGIÓN NORTE CENTRO DE MÉXICO (INIFAP-CELALA).

En 2010 fueron realizados los primeros ensayos a nivel comercial y experimental para determinar la productividad de melón y de sandía con el uso de planta injertada.

***MELÓN: Primer ensayo*.-** Al evaluar la respuesta del cv. Caribean Gold injertado sobre los portainjertos shintosa y strongtosa se tuvo un incrementó en vigor y productividad de la planta promediando 3.5 kg m^{-2}; sin el uso de injerto rindió 2.3 kg m^{-2}; el testigo utilizado por el productor produjo 2.4 kg m^{-2}. ***Segundo ensayo*.-**Trabajo realizado en el Campo Experimental la Laguna; el cv Cruiser injertado sobre portainjerto de calabaza criolla superó en 142% a la planta sin injertar produciendo en promedio 5.3 kg m^{-2}.

SANDÍA: ***Primer ensayo*.-** En una parcela de un agricultor cooperante el rendimiento de la planta injertada cv Liberty (triploide) fue de 10.3 kg m^{-2}; incluyendo el rendimiento del polinizador; sin el uso de injerto, este híbrido rindió 3.2 kg m^{-2}, el testigo utilizado por el

productor rindió 4.2 kg m^{-2}. Lo anterior significó una diferencia del 221% y 145% más en rendimiento a favor del uso de injerto. ***Segundo ensayo*.-** Fue realizado en terrenos del INIFAP-Campo Experimental La Laguna; con la sandía diploide H800 injertada sobre una calabaza criolla. La planta injertada de H-800 rindió 14.8 kg m^{-2} y sin injertar 3.98 kg m^{-2}.

En ambas localidades la productividad de la planta injertada tanto en sandía como en melón fue determinada por un mayor número de frutos cosechados.

Las características de la planta injertada que determinaron las diferencias en productividad con respecto a la planta sin injertar fueron: ***Primer ensayo***.- vigor de planta, tolerancia a enfermedades del suelo (principalmente Monosporascus cannonballus (hongo asociado a la muerte súbita en cucurbitáceas y que ha sido reportada por Chew *et al* (2012), y Gaytán *et al* (2012a), como una enfermedad emergente para cucurbitáceas en México), y Fusarium sp; y al estrés ambiental (velocidad del viento); ***Segundo ensayo*.**- Vigor de planta reflejado por incrementos en diámetro del tallo, longitud de raíz, densidad de raíz, peso seco de raíz, número de guías, y cubierta vegetal; tolerancia a altas temperaturas, enfermedades del suelo y virus del amarillamiento y achaparramiento de las cucurbitáceas (CYSDV) transmitido por la mosquita blanca de la hoja plateada *Bemisia argentifolii*..

RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN CON PLANTA INJERTADA EN MELÓN Y SANDÍA EN LA COMARCA LAGUNERA

Los antecedentes del uso de planta injertada en melón y sandia han sido limitados a trabajos experimentales y demostraciones a baja escala en parcelas demostrativas establecidas por investigadores del INIFAP-Campo Experimental La Laguna.

Uso de Microtúneles para Producción de Sandía Injertada en la Comarca Lagunera

Rendimiento.- En el ciclo pv-2011, el uso de microtúneles combinado con planta injertada en sandía rindió más que sin microtuneles y sin planta injertada. Con microtuneles el híbrido H-800 rindió un 26% más que sin microtúnel y con planta injertada un 42% más que sin injertar (Cuadro 2). Bajo presión de patógenos del suelo las diferencias pueden ser mayores

Cuadro 2. Rendimiento y componentes del rendimiento en sandía cv. H-800 en respuesta al uso de injerto y protección temporal del cultivo. INIFAP-CELALA, 2011.

	RENDIMIENTO	
	Ton ha^{-1}	Kg m^{-2}
Con agribón	78.4 a	7.85 a
Sin agribón	57.9 b	5.80 b
Planta injertada	85.83 a	8.6 a
Planta sin injertar	50.51 b	5.1 b

Rendimiento-Sistemas de Protección.- El uso de protección temporal, la variedad H800, presentó ventajas en rendimiento que sin el uso de protección del cultivo. Con protección esta variedad rindió 7.84 kg/m2, y sin protección 5.8 kg/m2.

Rendimiento-Uso de Injerto.- Con la incorporación de ésta técnica el rendimiento de sandía se incrementó en 3.5 kg/m2 que sin el uso de injerto lo cual significó un 42% a favor del uso de injerto en esta variedad (Figura 3).

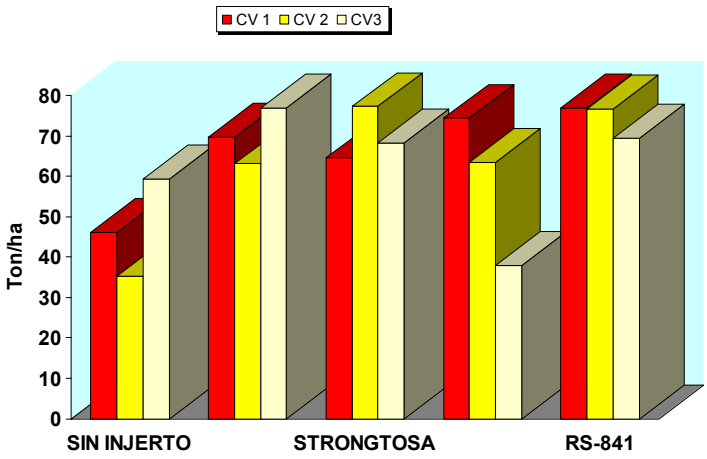


Fig. 3. Interacción Portainjerto-Variedad para rendimiento de Sandía. CELALA 2011.

RESPUESTA DE MELÓN AL USO DE PLANTA INJERTADA

Rendimiento-Uso de Injerto.- Se han tenido incrementos en rendimiento de melón con el uso de injertos sobre portainjerto comercial o portainjerto criollo de calabaza. Promediando sobre variedades la planta injertada sobre shintosa superó en 57% a la planta sin injertar y al utilizar un portainjerto criollo de calabaza, superó a la planta sin injertar en 35% (Figura 4).

Respuesta Portainjerto-Variedades.- El uso de portainjertos de uso comercial o de portainjertos criollos, favorecen el rendimiento del melón; no hubo problemas de compatibilidad; dada la interacción patrón–variedad, el efecto de los factores no fue independiente, sobre todo con el uso del portainjerto criollo. Los híbridos cv1 y cv2 injertados sobre Strongtosa, superaron

en rendimiento en promedio a su contraparte sin injertar en 52% y 22% respectivamente (Figura 5). Se ha explorado afinidad entre portainjertos de otras especies en melón y sandía (chilacayote, calabaza criolla, estropajo, guaje), encontrando respuesta diferencial en rendimiento y niveles de compatibilidad entre patrón e injerto.

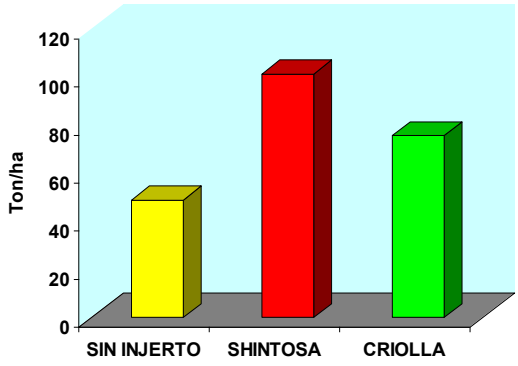


Fig. 4. Rendimiento promedio de Híbridos de Melón Injertado Sobre Portainjertos de Calabaza Comercial, y Criollo. CELALA 2011.

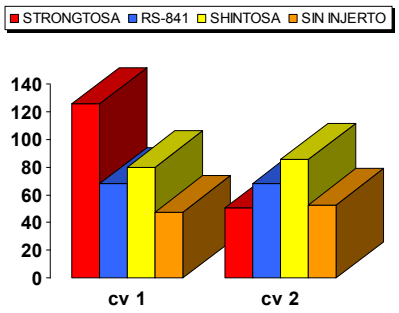


Fig. 5. Interacción Portainjerto/Variedad en Melón Para Rendimiento de Fruto. CELALA 2011.

RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN CON PLANTA INJERTADA EN TOMATE EN LA COMARCA LAGUNERA

INTERACCIÓN PORTAINJERTO-VARIEDAD para rendimiento de fruto.

El injerto no confiere ventajas en rendimiento a todos los híbridos comerciales de tomate, incluso en algunos puede significar alguna desventaja; entonces es importante estudiar las interacciones portainjerto-variedad. En trabajos conducidos en el INIFAP-CELALA se han tenido rendimientos superiores a 60 kg/m2 con planta injertada, sin embargo en algunos híbridos como kikapoo sin injertar, ha superado a su contraparte injertada en 7%. En un ciclo corto de producción con el híbrido Vengador injertado sobre Multifort tuvo un 26% más de rendimiento que sin el uso de injerto.

Planta Injertada y Tolerancia a Virus.- El uso de planta injertada en Sahel no le confiere tolerancia al TYLCV pudiendo tener incidencias iguales o superiores al 33%, hubo diferencia en severidad por virus entre portainjertos, los portainjetos Top 2010 y Big Power presentaron mayor daño por virus (severidad 3 = 50-75% del follaje dañado). De los híbridos destacan por tolerancia a TYLCV, Vengador, Moctezuma y Anibal. La tolerancia al TYLCV fue mas por la resistencia varietal que por el uso del injerto. Esto coincide con lo reportado por Fridmann *et al*

(1998) quienes indican que si el portainjerto o línea es resistente a un patógeno, le confiere esa ventaja a la variedad, aunque ésta sea susceptible; pero si el patrón es susceptible, los síntomas se presentaran y la concentración viral será mayor. Rivero *et al* (2003), reportan que el uso del injerto le confirió tolerancia a la planta de tomate al TYLCV. En otro ensayo al ser injertados híbridos en el portainjerto Multifort, se tuvieron las mismas tendencias; en Sahel se puede afectar el número de racimos cosechados en 42% o más (Figura 6).

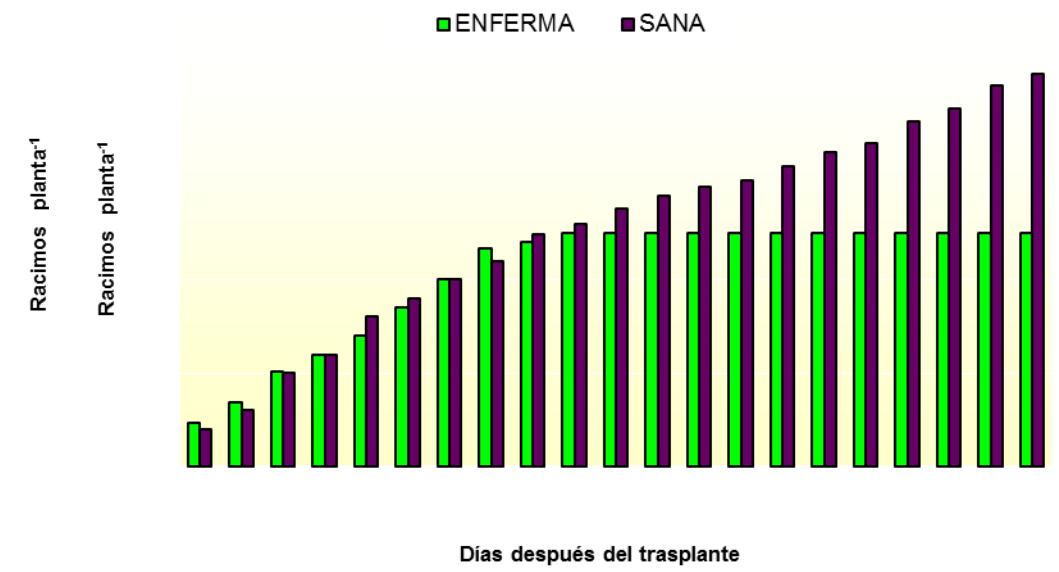


Figura 6. Racimos/planta, plantas de tomate sanas y enfermas por el virus del encrespamiento foliar amarillo del tomate (TYLCV) bajo condiciones de invernadero. INIFAP-CELALA 2011.

Tolerancia a nematodos

En planta injertada hubo menor incidencia de nematodos, esta situación depende del portainjerto utilizado (Cuadro 3). Los tratamientos Anibal/Multifort y Sahel/Multifort, presentaron una incidencia promedio de 6.2%; sin injerto, tuvieron un 41% y 59% de incidencia respectivamente. Lo anterior muestra la bondad del uso de injerto para cultivar tomate en suelos infestados por nematodos. El lote donde se estableció éste ensayo no se fumigó por lo que en algunos sectores de la parcela el inóculo estaba mas concentrado, 200 juveniles J_2 100 g^{-1} suelo. El límite de tolerancia a *Meloidogyne* en tomate es de 2 J_2 100 g^{-1} suelo y de 20 J_2 100 g^{-1} suelo como umbral económico (Torres *et al*., 2007), en algunos sitios de muestreo hubo incidencia en plantas sin injertar hasta de 73% y en planta injertada hasta de 55%.

Cuadro 3. Porcentaje de plantas de tomate injertado y sin injertar con síntomas de nematodos. INIFAP-CELALA-2012.

	HÍBRIDO	
	Anibal	Sahel
Sin injerto	41.3	59.2
Injerto-Maxifort	15.0	10.0
Injerto-Multifort	7.7	6.25

Evaluación para Fusarium.- El uso de planta injertada mostró sus beneficios en suelos infestados por Fusarium. Sin el uso de injerto se tuvo un grado de incidencia de 12% en Anibal y de 5% en Sahel; en suelos con mayor grado de infestación, este porcentaje puede incrementarse de manera significativa y es de mayor magnitud cuando se presenta una combinación de Fusarium y nematodos en el suelo. Anibal y Sahel injertados sobre Multifort presentaron la menor incidencia (.45%), que cuando se uso Maxifort como portainjerto (Cuadro 4). En este ensayo el daño observado fue causado por nematodos y por *Fusarium*, por lo que esto puede explicar en parte la alta incidencia en las plantas injertadas, ya que al combinarse estos patógenos ejercen una acción sinérgica y se incrementa la incidencia y severidad de la enfermedad causada por *Fusarium*. El portainjerto Multifort es tolerante a las razas 1,2 y 3 de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, Maxifort solamente a las razas 1 y 2, (De Ruiters, 2004) por lo que esta tolerancia adicional pudo actuar a favor de tener un menor número de plantas enfermas.

Cuadro 4. Porcentaje de plantas de tomate injertadas y sin injertar con síntomas de marchites por Fusarium. INIFAP-CELALA-2012.

	HÍBRIDO	
	Anibal	Sahel
Sin injerto	11.5	4.4
Injerto-Maxifort	1.3	2.6
Injerto-Multifort	0.5	0.85

CALIDAD DE FRUTO

El injerto no afectó los indicadores de calidad pH, y °Brix , pero si en el tamaño y propiedades organolépticas, y firmeza del fruto (Cuadro 5). El tamaño del fruto en planta injertada fue de 82.3 g y en la planta sin injertar de 73.6 g. La firmeza del fruto fue superior en planta injertada con 0.83 newtons, un 27% más que con la planta sin injertar que fue de 0.61 newtons (Cuadro 5).

Cuadro 5. Características de calidad del fruto del híbrido de tomate Vengador injertado y sin injertar en condiciones de invernadero. INIFAP-CELALA. 2011.

HÍBRIDO	pH	° Brix	Firmeza Newtons
Vengador Injertado	4.82	3.79	0.83a
Vengador sin injertar	4.56	3.86	0.61b
P<0.05	ns	ns	*
DMS	0.28	0.63	0.22
C.V.	1.71	4.7	8.8

C.V.= Coeficiente de variación. DMS_Diferencia mínima significativa. Medias seguidas con la misma literal en cada columna dentro de cada factor, no son estadísticamente diferentes.

RESPUESTA DE LA PLANTA DE TOMATE INJERTADA A LA PODA DE HOJAS Y CONCENTRACIÓN DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA.

Al estudiar el efecto de poda de hojas y concentración de la solución nutritiva en tomate injertado se encontró que la eliminación del 30% de las hojas redujo el vigor, altura de planta y la producción total de biomasa, pero no su peso seco para la formación de frutos (Cuadro 9). (Gaytán *et al*., 2008a; Gaytán *et al.*, 2008b). Estos mismos autores mencionan que la solución de riego no afectó la producción de materia seca total, pero si la asignación de materia seca hacia la formación de fruto. Con una conductividad eléctrica (C.E.) de 3.5 dS m^{-1}, las plantas asignaron un 60 y 52% de su peso a la formación de frutos, un 6 y 12% mas que una C.E. de 2.5 dS m^{-1}. Los resultados obtenidos sugieren que el vigor de las plantas injertadas puede aprovecharse para modificar la morfología de las plantas sin afectar el peso seco que será asignado a la formación de estructuras reproductivas. En cuanto a las soluciones de riego utilizadas, en varios estudios se reporta que una C.E. de 2.3 dS m^{-1}es tolerado por un amplio rango de genotipos de tomate sin afectar su rendimiento (Mass, 1986). Con respecto a los niveles de salinidad en tomate Magan (2005), reporta un umbral de 4.1 y 3.1 dS m^{-1} para no afectar la producción de materia seca en la variedad de tomate Boludo; este mismo autor indica que una C.E. de 3.5 dS m^{-1} puede considerarse como un valor medio y que por encima de ese valor, por cada unidad de incremento en C.E., el rendimiento comercial puede reducirse hasta en un 11.8%.

PROYECCIÓN DEL USO DE INJERTOS

Las perspectivas del uso de injertos en hortalizas es que será más utilizado en combinación con otros componentes de manejo como (solarización, biofumigación, uso de plasticultura,

producción orgánica, etc.), debido a una mayor dispersión de enfermedades en el suelo y otras condiciones de estrés a las cuales serán sometidos los cultivos; a las disposiciones impuestas para evitar el uso de desinfectantes en agricultura; a que no es un sistema caro; y a que es una tecnología amigable con el medio ambiente.

CONCLUSIONES

Se ha generado información para la producción de cultivos hortícolas basándose en la técnica del injerto y se han logrado avances importantes en los niveles de productividad.

El uso de planta injertada puede ser integrado en los sistemas de producción de hortalizas (sandía, melón, tomate, chile), en México debido a que ha mostrado beneficios en el control de enfermedades del suelo y otras condiciones de estrés (salinidad, altas temperaturas, y para incrementar el nivel productivo).

El método de injerto a utilizar depende de la especie de planta que se vaya a injertar, entre menos complicaciones o dificultades presente la técnica, será utilizado en mayor escala.

Debido a que hay respuestas diferentes de patrones a un mismo problema deberán continuar trabajos de investigación para estudiar la interacción portainjerto–variedad para diferentes condiciones de estrés.

BIBLIOGRAFÍA

Anaya L., J.L., M.M. González-Chavira, J.L.Pons-Hernández, E.Ruíz-Cobos, I.Torres-Pacheco. 2007. INJERTO ENTRE PLANTAS DE CHILE POBLANO, JALAPEÑO Y PIMIENTO. Cuarta Convención mundial de Chile. Pp.248-252.

Burgueño H., y M. Barba. 2001. El injerto en hortalizas. Hortalizas, Frutas y Flores. Ed. Agro Síntesis. México. 31: 8-1.

Camacho, F. 1999. Influencia del portainjertos, cultivar y ambiente sobre la producción y la calidad de sandía triploide tipo Crimson bajo invernadero. Dpto. Producción Vegetal. Escuela Politécnica Superior Almería. Almería, España.

Camacho, F. F. y E. J. Fernández. 2000. El injerto de hortalizas en los semilleros de Almería. Terralia. Año IV- No.12. pp. 22-26.

Chavagnat, A., J.F. Maillet, and J.C. Laury. 1972. Le greffage du melons daus l'Ouest de la France. PHM. No. 123.

Chew-Madinaveitia, Y.I., A. Gaytán-Mascorro, and T. Herrera-Pérez. 2012. First report of *Monosporascus cannonballus* on melon in Mexico. Plant Disease 96(7):1068.

Davis, A.R., C.L. Webber III., P. Perkins-Veazie., V. Ruso., S. Lopez G., and Y. Sakata. 2008a. A Review of production systems on watermelon quality. Proceedings of the IXth Eucarpia Meeting on Genetics and Breeding of Cucurbitaceae (Pitrat M, ed), INRA, Avignon (France), May 21-24 TH, Pp. 515-520.

Davis, A.R., P. Perkins-Veazie., Y. Sakata., S. López-Galarza, J. Vicente Maroto., S. Gyu Lee., Yun-Chan Huh., Z. Sun., A. Miguel, S. R. King, R. Cohen., and Jung-Myung Lee. 2008b. Cucurbit grafting. Critical reviews in plant sciences. Botany**;** Environmental Studies27**(**1**):** 50-74**.**

De la Torre, M.F. 2003. Los semilleros hortícolas. *En:* Camacho F., F. (Coordinador). Técnicas de producción en cultivos protegidos. Tomo 2 de 2. Edita Caja Rural Inter Mediterránea. CAJAMAR. Almería España. Pp. 455-480.

Fridmann, M., Lapidot, M., Cohen, S., and Pilowsky, M. 1998. A novel source of resistance to tomato yellow leaf curl virus exhibiting a symptomless reaction to viral infection. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123(6):1001-1007

Gamayo, J.D. and A. Aguilar. 1998. Ensayo sobre la influencia del melón cantalupo bajo invernadero. Memoria de actividades. Fundación Caja Rural de Valencia. Pp. 143-147.

García-Rodríguez Ma. R., E. Chiquito-Almanza, P.D. Loeza-Lara, H. Godoy-Hernández, E. Villordo – Pinieda, J.L.Pons-Hernández, M.M.González –Chavira, J.L. Anaya-López. 2010. Producción de Chile Ancho Injertado Sobre Criollo de Morelos 334 para el Control de Phytophthora capsici. Agrociencia. Volumen 44, Número 6, pp. 701-709.

Gaytán-Mascorro, A. 2008a. Relación de la influencia portainjerto-cultivar, deshoje y CE de la solución nutritiva, sobre parámetros fisiológicos, de rendimiento y calidad de fruto en cultivo de tomate. Tesis Doctoral. Universidad de Almería. Departamento de producción Vegetal. Escuela Politécnica Superior. Almería, España. 131 p.

Gaytán-Mascorro A., Castellanos-Ramos, J.Z., Villalobos-Reyes, S., Díaz-Pérez, J.C., and Camacho-Ferre, F. 2008b. Response of grafted tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.) to leaf pruning and nutrient solution concentration. Journal of Food, Agriculture & Environment. Vol. 6 83&4): 269-277.

Gaytán-Mascorro, A., Y.I. Chew-Madinaveitia, T. Herrera-Pérez and M.A. Gallegos-Robles 2012c. First Report of *Monosporascus cannonballus* on watermelon in Northern Mexico. Plant Disease 96(7):1068.

Gaytán, M. A., Y.I. Chew M., D.G. Reta S., J. de J. Espinoza A. 2012d. Uso del Injerto en Tomate para Incrementar productividad. Folleto Técnico No. 21. CIRNOC-CELALA. 62p.

Gaytán, M. A., Y.I. Chew M., J. de J. Espinoza A., D.G. Reta S., I. Reyes J. 2012e. El Injerto en Cucurbitáceas: Tecnología de Uso Potencial para la Producción de Melón y Sandía. Técnico No. 22. CIRNOC-CELALA. 62p.

Gómez, J., I. Cuadrado y V. Velasco. 1993. El virus de las manchas necróticas del melón (MNSV) en Almería II. Eficacia de la desinfección del suelo frente al MNSV. Bol. San. Veg. Plagas, 19:179-186.

Hartmann, H. T. and D.E. Kester. 1991. Propagación de plantas. Cia. Edit. Continental, México.

Lee, J.M. 1994. Cultivation of grafted vegetables I. Current status, grafting methods, and benefits. Hort Science 29(4):235-239.

Leonardi, C., and F. Giuffirda. 2006. Variation of plant growth and macronutrient uptake in grafted tomatoes and eggplants on three different rootstocks. European J. of Hort Science 71:91-101.

Magán C, J.J. 2005. Repuesta a la salinidad del tomate larga vida en cultivo sin suelo recirculante en el sureste español. Tesis doctoral. Universidad de Almería, 170 p.

Martyn, R.D., J.S. Batten, Y.J. Park, and M.E. Miller. 1996. First report of Monosporascus root rot/vine decline of watermelon in Mexico. Plant Dis. 80: 1430.

Mass, E.V. 1986.Salt tolerance of plants. Appl. Agr. Res. 1:12-26.

Miguel, A. 1997. Injerto de Hortalizas. Serie Divulgación Técnica. Generalitat Valenciana. Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación. 87 p.

Miguel, A. 2002. El injerto como método de prevención de enfermedades de hortalizas. En: Miguel A. (Coord.). Phytoma 12° Symposium internacional. Edit. M. V. Phytoma. España. pp. 167-171.

Miguel, A. 2009. Injertos, alternativa a los desinfectantes, Eoluición del Injerto de hortalizas en España. Horticultura Internacional. Num 72. Noviembre de 2009. pp 10-17.

O´Conell, S. 2008. Grafted tomato performance in organic production systems: Nutrient uptake, plant growth, and fruit yield. Thesis of Master of Sciences. North Croline Sate Uiversity. 2008. 133 p.

Oda 1999 Grafting of vegetables to improve greenhouse production. Food and Fertilizer Technology Center, Extension Bulletin 480, Taipei city, Republic of China on

Peiró, J.L. 2004. El injerto en pimiento una solución limpia para los problemas del suelo. Sanidad Vegetal. Revista Extra 2004. Abril. pp. 68-71.

Rivero, R.M., J.M. Ruíz, and L. Romero. 2003. Role of grafting in horticultural plants under stress conditions. Food, Agriculture & Environment. 1(1): 70-74.

Ruíz, J.M., R.M. Rivero, L.M. Cervilla, R. Castellano, and L. Romero. 2006. Grafting to improve nitrogen-use efficiency traits in tobacco plants. J. of the Sci. of Food Agr. 86:1014-1021.

Sang, M. P., J. S. Lee, S. Jegal, B. Y. Jeon, M. Jung, Y. S. Park, S. Lyul H., Y. Sup S., N. Han H., J. Ha Lee., M. Yeon Lee., K. Hyun Ryu., S. Gyun Yang., and Ch Hark Harn. 2005. Transgenic

watermelon rootstock resistant to CGMMV (Cucumber green mottle mosaic virus) infection. Plant Cell Rep. 24: 350-356.

Torres, J.M., M.A. Diez R., L. Robertson., J.A. López P., M. de Cara., J. Tello y A. Bello. 2007. Nematodos fitoparásitos del género Meloidogyne Goledi, 1892 y su manejo en cultivos enarenados de Almería. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones. España. 192 p.

www.es.deruiterseeds.com. Consulta Mayo de 2011

Yetisir, H. and N. Sari. 2004. Effect of hypocotyl morphology on survival rate and growth of watermelon seedlings grafted on rootstocks with different emergency performance at various temperatures. Turk J. Agric. For 28: 231-237.

LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN, LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS, LA ECONOMÍA Y LA ALIMENTACIÓN EN EL FUTURO

Francisco Molinar Holguín [1],[3], Jerry L. Holechek[2], Eduardo Pérez Eguía[3] y Enrique Salazar-Sosa[4]

INTRODUCCIÓN

La agricultura de precisión utiliza modelos estadísticos y computacionales por la variabilidad de los terrenos. En este sistema es importante definir un Sistema de Soporte de Decisiones (SSD) para toda la operación agrícola o ganadera y así optimizar el retorno económico, la conservación de los recursos naturales y asegurar el rendimiento de las cosechas. La habilidad del investigador para establecer zonas de manejo especifico incluye la utilización de polígonos trazados sobre mapas de rendimiento, imágenes satelitales o aéreas, mapas de suelos, mapas de propiedades físicas o químicas del suelo, mapas de sitios ecológicos, identificación de patrones de producción entre temporadas de cultivo, topografía del terreno, etc. Es importante señalar que la topografía y nivelación de los terrenos dictan la hidrología y el rendimiento de las cosechas, la productividad del suelo y la conservación del agua de riego. La alimentación mundial y la forma en que opera la cadena productiva agropecuaria podrían cambiar drásticamente debido a factores tales como aumento de la población mundial, pérdida de terrenos productivos por urbanización, falta de disponibilidad y suministro de agua de calidad, abatimiento del petróleo superficial y las preocupaciones sobre la inocuidad de los alimentos. Existe una inquietud creciente de que la era de la comida a precios accesibles ha llegado a su fin y que esto se traducirá en cambios en la producción, procesamiento y distribución de los alimentos a nivel mundial.

La mecanización, la revolución verde, la utilización de combustibles fósiles abundantes y la ingeniería genética han hecho posible aumentar los rendimientos de los cultivos comerciales al triple y en algunos casos, como el maíz, en cinco veces. Esto ha permitido que la población mundial se haya triplicado y que el costo de los alimentos haya disminuido significativamente en países como Estados Unidos, Canadá, México, Brasil, China e India. Sin embargo, existen preocupaciones relevantes a nivel internacional sobre la sustentabilidad de la producción agropecuaria en una economía global donde el precio del petróleo se dispara continuamente, los impactos al medio ambiente son significativos, la disponibilidad de agua para la agricultura y ganadería compite con las necesidades de las poblaciones urbanas, y además hay cuestionamientos serios sobre el valor nutritivo e inocuidad de los alimentos. Este trabajo presenta un análisis breve de la producción agropecuaria internacional de 1900 al presente, con

un énfasis en las implicaciones de este desarrollo para la producción y el futuro de la producción de alimentos, por lo que utiliza a los Estados Unidos como referencia principal por ser uno de los productores agropecuarios más importantes y que exporta grandes volúmenes de alimentos para la población mundial. Además, se mencionan aspectos importantes de México, uno de sus principales socios comerciales y país productor de petróleo.

Antecedentes

En 1900, el productor agropecuario mexicano típico cultivaba una cantidad limitada de hectáreas en las cuales sembraba una gran variedad de cultivos para consumo familiar y para los animales de granja y de tiro. La producción agropecuaria se llevaba a cabo en pequeñas parcelas para consumo familiar. La propiedad de la tierra de temporal y riego adyacente a cuerpos de agua estaba en manos de terratenientes y la ganadería se desarrolló en grandes latifundios en el centro y norte del país. Por su parte, el granjero típico en Estados Unidos sembraba maíz como cultivo principal seguido de trigo, papa, manzana, forraje y avena. Una zona importante de las granjas se cultivaba exclusivamente con forraje para los animales de tiro ya que los tractores estaban en la mesa de diseño. Otras granjas utilizaban sus parcelas para producir peras, cerezas, uvas, duraznos, etcétera. Gracias a esta diversidad, los granjeros estadounidenses no solo podían mantener a sus familias, sino también a sus animales y a sus suelos. Los tractores e implementos agrícolas rápidamente sustituyeron a los animales de tiro en los años veinte. Esto incrementó en 30% la cantidad de terreno que podía destinarse a la producción de alimento para los seres humanos porque las bestias de tiro ya no eran necesarias para la siembra, cultivo y cosecha. La rápida expansión de la oferta de productos agrícolas por la mecanización en ese país ocasionó la caída del ingreso real de los habitantes del medio rural en 75% entre 1919 y la gran depresión de 1932. La mecanización y la caída de los salarios en el medio rural dieron origen a la migración del campo a las ciudades en los años veinte en Estados Unidos y en los cincuenta en México. China e India presentaron índices significativos de migración del campo a las ciudades a partir de los ochenta. Posteriormente, la administración Roosevelt emitió regulaciones para limitar la producción agropecuaria y combatir la gran depresión. Estas regulaciones y el inicio de la segunda Guerra Mundial rescataron a los productores agropecuarios de los excedentes productivos de los años veinte y de la gran depresión de los treinta. Entonces, México y los Estados Unidos suscribieron acuerdos para facilitar el ingreso de trabajadores agrícolas mexicanos ante la escasez de mano de obra local y la carestía de diésel y lubricantes para la maquinaria agrícola. Estas prácticas mantuvieron una restricción a la producción de excedentes agropecuarios. Sin embargo, la revolución verde de los años cincuenta de nuevo elevó los rendimientos de las cosechas y, por ende, de la

producción agrícola y ganadera. El término “revolución verde” se refiere a la síntesis industrial del nitrógeno y al desarrollo de cultivos que responden fehacientemente a la aplicación de este nutriente, al riego y a la aplicación de plaguicidas. Este descubrimiento permitió la sustitución de la fertilización natural con estiércol de vaca y rastrojos de cosechas por la fertilización de nitrógeno industrial. El beneficio directo fue el aumento significativo de las cosechas a cambio de la dependencia de los combustibles fósiles no renovables. En respuesta a los excedentes de cosechas, gobiernos internacionales como el de Eisenhower en 1956, implementaron programas para retirar terrenos agrícolas de la producción a través de pagos a productores rurales. El gobierno mexicano de Ruiz Cortines implementó programas para el desarrollo de grandes zonas urbanas del centro del país. La baja de los precios de los productos agrícolas por una sobreproducción cambió repentinamente en los años setenta debido a políticas macroeconómicas inflacionarias de los Estados Unidos, el embargo petrolero árabe y a las sequías en las zonas productoras de granos de México, Estados Unidos, China, Rusia e India. El resultado fue una baja en la producción, sobre todo de los granos básicos como el trigo y el maíz. Los embargos petroleros de los países árabes en los años sesentas y la devaluación del dólar estadounidense incrementaron de forma acelerada los precios al consumidor ocasionando protestas sociales en Estados Unidos y México. En respuesta, los gobiernos de estos países favorecieron el incremento de las áreas de cultivo para alimentar a poblaciones cuyo crecimiento era de alrededor de 2.5% anual. Ambos gobiernos implementaron un programa de subsidios para maximizar la producción de granos básicos, como maíz y trigo, sin importar el rendimiento de las cosechas. La combinación de clima adverso en Europa, las compras de granos de Rusia y la devaluación del dólar estadounidense causaron que las exportaciones agrícolas de EUA se elevaran de 7.3 billones de dólares en 1970 a 34.7 billones en 1979. Es importante señalar que en esta década surgió la industrialización de la cadena productiva de carne y sus derivados en Estados Unidos, aunque la producción mexicana se vio limitada únicamente a la exportación de animales en pie. No obstante, la situación favorable para los productores cambió abruptamente al inicio de los ochenta debido a las políticas económicas de la administración Reagan, el final de las sequías en Europa, Rusia y China y la liberación de los granos almacenados en silos estadounidenses desde los años setenta. Durante estos años, los productores de granos del norte de México se vieron seriamente afectados por prácticas de dumping y la compra de granos estadounidenses subsidiados. Probablemente el factor que más afectó las condiciones de operación de productores agropecuarios fueron las políticas implementadas al inicio de la administración Reagan. Estas políticas se enfocaron a la restricción del circulante para controlar la inflación, el libre comercio, menores impuestos y leyes

de inmigración laxas para reducir los costos de mano de obra. Todas estas políticas le dieron una gran solidez al dólar estadounidense y terminaron con el alza de la espiral inflacionaria. También esto ocasionó que el dinero fluyera de activos de recursos naturales como el oro, petróleo y tierras agrícolas a activos financieros stocks o reservas y bonos financieros. Durante los años ochenta y noventa los productos agropecuarios estadounidenses se mantuvieron con precios altos en comparación con los de países como Argentina, Australia, Brasil y Canadá debido a un dólar fuerte. Además, las condiciones climáticas mundiales fueron las apropiadas para la producción agrícola, sobre todo en países como China e India que requieren de precipitaciones altas para la irrigación de sus zonas agrícolas. A mediados de la década de los noventa la agricultura y ganadería del norte de México sufrió una de las peores crisis de su historia por malas decisiones gubernamentales, la crisis económica del país y la sequía que se presentó de 1996 a 1999. Al inicio de la década de los noventa el norte de México recibió precipitaciones pluviales atípicas, lo que ocasionó el crecimiento acelerado de pastizales en los agostaderos. El gobierno mexicano otorgó créditos accesibles a ganaderos mexicanos para comprar vientres y repoblar los ranchos. La finalidad era reactivar la producción ganadera y producir carne barata para una población humana con un crecimiento del 2.1% anual. Además, concedió facilidades a ganaderos que decidieran seguir métodos de pastoreos probados en regiones sub húmedas y para resembrar agostaderos con pasto exótico proveniente de Sudáfrica. Esta especie de pasto tiene como característica que invade agostaderos y compite con los forrajes nativos deseables. Esas prácticas funcionaron medianamente bien mientras la precipitación pluvial se mantuvo estable. Sin embargo, en 1996 la sequía, la falta de forraje y la sobrepoblación de animales forzaron a los ganaderos a vender a precios de liquidación. Posteriormente, la crisis económica nacional y el aumento de tasas de interés dejaron una estela de productores pecuarios atados a tasas de interés altas, sin ganado y en quiebra económica. El gobierno mexicano nunca considero la utilización de mapas digitales de la época para determinar sitios ecológicos y capacidad productiva de cada uno de ellos.

En 1999, el clima favorable, el desarrollo de plantas genéticamente modificadas y las reformas de libre mercado en Estados Unidos, China, India, México y otros países, resultaron ser un tercer gran impulso a la producción mundial de alimentos. Asimismo, los costos de producción de los productos agropecuarios se mantuvieron estables debido a una sobre producción de petróleo crudo y la desregulación del libre comercio. Los precios en el mercado de los productos primarios como el maíz, la soya, el trigo y el arroz se mantuvieron bajos debido al incremento de la oferta sobre la demanda gracias a mayores rendimientos logrados con la revolución verde y la ingeniería genética aplicada. La oferta fue más alta que la demanda de la población mundial.

Es importante mencionar que desde los años cincuenta empezó el dilema de qué hacer con los excedentes de maíz estadounidense. La alternativa fue la utilización de estos excedentes para producir jarabe de maíz como base de los alimentos procesados. Los alimentos cuya base es el jarabe de maíz contienen un alto contenido calórico para la población humana y los animales. Del mismo modo, cuando estos excesos de maíz se utilizaron para la alimentación animal se alteró gradualmente el sistema de producción mundial de carne, leche y huevo. El exceso de maíz barato propició el cambio de la producción de cerdo y pollo de la granja extensiva a la producción intensiva bajo confinamiento. Igualmente, la abundancia de maíz barato redujo significativamente el tiempo y costo de la producción de ganado vacuno en engordas, mismas que introdujeron entonces estándares uniformes para terminar los animales con mayores cantidades de grasa en la carne que los engordados con pastos y forraje verde. La disponibilidad masiva de maíz barato ocasionó que los precios del pollo y cerdo cayeran respecto al precio de la carne de res debido a que estos convierten el grano en carne más eficientemente que los bovinos. El valor de la producción de carne tradicional en agostadero se convirtió en marginal gracias a la disponibilidad de maíz barato y abundante y las grandes corporaciones decidieron entonces controlar la cadena productiva de la carne y terminar el producto. Esto provocó que los productores mexicanos quedaran sujetos a exportar exclusivamente animales en pie con características y peso específicos para que el ganado fuera terminado en los Estados Unidos y las corporaciones se beneficiaran de la ganancia compensatoria de peso. Los autores consideramos que la era de la comida abundante y a precios accesibles ha llegado a su fin y una nueva era de oportunidad se presenta para la aplicación de sistemas de agricultura de precisión. Las razones son la inestabilidad de la producción mundial de petróleo y sus derivados, la reducción de las reservas internacionales y el aumento de la demanda petrolera de los países emergentes como China e India. Otros síntomas son los límites de la revolución verde, la reducción de los mantos freáticos, la acumulación de sales en agua y suelos, la pérdida de tierras arables por urbanización, el clima errático del planeta, el regreso de las políticas macroeconómicas inflacionarias y el crecimiento constante de la población mundial. Aunque todos estos factores son significativos, el más importante es el aumento de la demanda de petróleo.

Incremento de la población mundial

La población mundial se incrementa en 1.2% por año. Afortunadamente el crecimiento ha disminuido y existe la esperanza de que la población actual de 6.5 billones de personas se estabilice entre 9 y 10 billones para el 2050. A menos de que se invente otra revolución verde, es casi seguro que los precios de los alimentos se incrementarán por la demanda de una mayor

cantidad de personas por lo que la pregunta obligada es ¿de cuánto será el incremento? Existe una preocupación mundial generalizada por posibles recortes en los envíos, disponibilidad de alimentos y hambrunas en países de Asia y África. A pesar de que la producción de granos se ha triplicado de 1950 al 2000, en ocho de los últimos diez años no ha sido suficiente para cubrir la demanda mundial. En el 2010 los reportes indican que las reservas internacionales de grano se encuentran en el nivel más bajo de los últimos 34 años y la utilización de granos para la producción de etanol automotriz ha exacerbado la situación.

Problemas de abastecimiento de agua

La falta de agua es una constante a la que se enfrentan varios países del orbe ya que, de acuerdo con los expertos, solo el 3% del total de agua del planeta está disponible para usos agrícola y doméstico. Los problemas de escasez tienen su origen en la reducción del tamaño de los glaciares, la deforestación en Brasil, China, India y Centroamérica, el crecimiento excesivo de la población urbana y las demandas de la industria. India, Pakistán y China representan el 40% de la población mundial y están experimentando caídas drásticas en su producción de granos por abatimiento gradual de ríos y mantos freáticos. El derretimiento y reducción de los glaciares que dan origen a los ríos Amarillo, Yangtzé, Mekong, Indus y Ganges se traduce en menores cantidades de agua para la irrigación. Estos ríos desempeñan un papel vital en la producción de alimentos de millones de personas. El problema de la escasez de agua para riego en ellos se exacerba por el aumento de la temperatura global y el derretimiento de los glaciares que podría ser o no de origen antropogénico. En los Estados Unidos 20% de la producción de granos requiere irrigación, pero en India y China es cercana al 80%. El porcentaje en México es de 35% en los fértiles valles del noroeste del país, pero los ríos que se originan en la Sierra Madre de nombre Verde, Papigochi y Fuerte los cuales alcanzaron sus niveles más bajos a mediados de la década de los noventa, fenómeno que pudiera repetirse si la precipitación pluvial continúa a la baja en las zonas altas de las montañas. La pérdida de agua para irrigación se incrementa por la extinción de los mantos freáticos, el flujo errático de algunos ríos y la expropiación de los derechos de agua para uso urbano e industrial. El problema es más grave en India y China, pero también está presente en otros países, incluyendo a los Estados Unidos, México y Brasil. En México el agotamiento de mantos freáticos afecta directamente la producción de granos, leguminosas y hortalizas por la reducción de acuíferos en el norte y noroeste del país. En los Estados Unidos, la extinción del acuífero Ogallala impacta la producción de granos en el sur de las grandes planicies lo que obliga paulatinamente a productores de Colorado, Kansas, Oklahoma, Nuevo México y Texas a reconvertir sus tierras agrícolas a pastizales naturales. El rápido crecimiento de ciudades como

Oklahoma City, Albuquerque, El Paso, Phoenix, San Diego, Ciudad Juárez y Tijuana cumple su demanda de agua de manera creciente con apropiaciones de agua para la agricultura.

La Agricultura y la Energía

Todos los aspectos de la producción agrícola en Estados Unidos, regiones de México, Europa Occidental, Brasil, Argentina y Rusia están ligados a la utilización de combustibles fósiles. Estos comprenden la utilización de diésel para los tractores y maquinaria, la materia prima de fertilizantes, plaguicidas y herbicidas, el transporte de cosechas, el procesamiento de alimentos, el empaque, etcétera. En términos de eficiencia energética, la agroindustria moderna es la forma de producción de alimentos menos eficiente en la historia de la humanidad. Definitivamente la globalización de la agricultura moderna ha acrecentado la utilización de combustibles fósiles. El motivo es el cambio del sistema tradicional de agricultura de subsistencia por el sistema de producción industrial en mega granjas productoras de monocultivos para la exportación y el transporte de cosechas a distancias cada vez más grandes. Afortunadamente, los ministerios de agricultura de algunos países como Estados Unidos, Canadá y Europa Occidental han iniciado la implementación de subsidios a los productores que destinen secciones de terreno para la agricultura de precisión, la agricultura orgánica y los mercados de productos locales. Por ejemplo, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) reservó una cantidad importante de fondos de la Ley Agricola “Farm Bill del 2008” para la agricultura de precisión y la agricultura orgánica. Por otra parte, es importante mencionar que países de Centro y Sudamérica se inconformaron al inicio de la década del 2000 por la utilización del maíz estadounidense para la producción de etanol automotriz y la reducción en las cuotas de importación para su población. El programa de producción de etanol en los Estados Unidos en 2011 y 2012 ha sido en gran parte responsable del incremento de los precios del grano a nivel mundial. El programa ha estado vigente desde los años cincuenta pero fue suspendido temporalmente por los precios bajos del petróleo y del gas natural, sin embargo, se reactivó en el 2005 cuando el precio del barril de petróleo se disparó arriba de los 50 dólares estadounidenses, lo que ocasionó un aumento en las inversiones en destilerías y en las hectáreas dedicadas al cultivo principalmente de maíz amarillo. Al continuar el aumento del petróleo en 2006 hasta alcanzar los 100 dólares el barril, la producción de maíz para etanol se tornó viable a pesar del impuesto gubernamental de 51 centavos por galón. Una vez que las plantas de etanol en construcción sean puestas en operación a partir del 2015, podrá duplicarse la cantidad de maíz utilizada para producción de este combustible. Entonces, las compañías transnacionales de agro negocios podrían convertirse en acaparadoras de maíz y receptoras oportunistas de subsidios gubernamentales

para convertir un producto alimenticio base para millones de personas en el mundo, en combustible automotriz. Es importante mencionar que el 40% de la cosecha de maíz estadounidense podría utilizarse en los próximos años para la producción de etanol automotriz, si los precios del oro negro se mantienen por encima de los 60 dólares el barril. Otros países como China, Alemania, España y Francia están convirtiendo también parte de su producción de granos en etanol. En los últimos cinco años, la productividad de granos ha disminuido significativamente en varios países de Asia y África lo que obliga a productores a cambiar sus cultivos de trigo a maíz, ya que la demanda podría aumentar todavía más el precio de los granos en el mercado mundial. Desde 2006, el aumento de los precios de los granos ha impactado de manera adversa a los productores de ganado en agostadero debido a la disminución de los márgenes de ganancia de las engordas estadounidenses que transfieren estos costos a los ganaderos al bajar los precios que están dispuestos a pagar por el ganado. Esto afecta directamente a países que exportan ganado en pie como México. Las importaciones de carne de res, cerdo y pollo han mitigado el aumento severo de los precios en la mesa del consumidor. No obstante, el incremento de los precios de los granos pronosticado para los próximos cinco a 10 años podría cambiar los sistemas de producción animal de sistemas de confinamiento y alto volumen, a sistemas tradicionales de engorda con forrajes en el agostadero. Si el costo de los granos aumenta al doble del costo actual, entonces el consumidor promedio dejará de consumir carne por estar fuera de su presupuesto. Una eventual escasez mundial de alimentos exigiría que los granos que se producen a nivel mundial se utilizaran solo para la alimentación humana en lugar de destinarlos a la alimentación animal y/ o a la producción de etanol. La cría de ganado en confinamiento y alimentado con granos para producción de carne es redituable únicamente bajo condiciones de grano barato y abundante, así como precios bajos de diésel para transportación. Sin embargo, si aumenta de nuevo el barril de petróleo por arriba de los 80 dólares estadounidenses la industria de la carne se verá gravemente afectada. Esta conclusión alarmante se basa en el hecho de que la población mundial aumentó de 1.7 billones en 1900 a 6.5 billones en 2009, dentro de un periodo de petróleo barato y abundante. Si quitamos el petróleo barato y abundante de la ecuación, existen serias dudas de que la población mundial pueda ser alimentada debidamente ya que la reducción de los mantos freáticos, la pérdida de terrenos agrícolas y el aumento de las oscilaciones de temperaturas altas en el planeta podrían agravar las consecuencias del agotamiento de la producción petrolera. Algunos analistas consideran que si continúan los abatimientos de las reservas petroleras en el mundo, las granjas industriales podrían fraccionarse en pequeñas unidades de producción donde el trabajo colectivo y la tracción

animal serían las fuerzas primarias de energía para la siembra, cultivo y cosecha. Los expertos en energía y planeación urbana se preguntan si bajo un escenario de energía limitada se pudiera alimentar a grandes cantidades de personas en los centros urbanos alejados de las zonas agrícolas. En su opinión y en un escenario de agotamiento del petróleo, las personas tendrían que volver de las ciudades a los centros de producción agrícola y, en este tipo de operación, el trabajo humano y los animales de tiro serían las fuentes de energía primarias.

¿Acaso el sistema de producción actual es sustentable?

Existe la convicción creciente de que el sistema de producción de alimentos no es sustentable y coloca a los países que lo sostienen en riesgo. La preocupación se basa en las distancias que tienen que recorrer los transportes de alimentos y la creciente dependencia del petróleo para manufacturar los fertilizantes, implementos, producción de forrajes y granos, etcétera. El sistema productivo de países como los Estados Unidos se aboca a la producción en mega granjas dedicadas al cultivo de trigo, soya, arroz y papas. La producción de frutas y vegetales proviene principalmente de lugares distantes de California, Florida, Hawaii, Chile y México. Si se presentara una interrupción de la importación de petróleo a los Estados Unidos, la falta de distribución y las distancias de los grandes centros urbanos podrían generar graves conflictos políticos, sociales y económicos: la economía globalizada que sostiene a grandes almacenes de distribución de comida se derrumbaría para dar paso a la economía de producción local de bienes y servicios. En este escenario destaca la importancia de la agricultura de precisión y la agricultura orgánica para solventar la productividad agrícola en un escenario como el presentado anteriormente.

CONCLUSIONES

Existe la creencia de la sociedad en general, de investigadores, líderes políticos y sociales de que el desarrollo actual de nuevas tecnologías ayudará a sortear un clima adverso en caso de agotamiento del petróleo, de clima errático, de abatimiento de los mantos freáticos y de aumento de la población mundial, pero la Oficina de Programación y Contabilidad del Gobierno de los Estados Unidos reportó en 2007 serios cuestionamientos respecto a si las tecnologías actuales podrían o no librar a la población global de una catástrofe alimenticia si la producción y las reservas de petróleo continúan cayendo significativamente en los siguientes 5 o 7 años. De acuerdo con esta oficina y expertos internacionales, existe una falta total de preparación para un escenario de tal envergadura. Una alternativa a la posibilidad de falla o retraso es el desarrollo de nuevas tecnologías como la agricultura de precisión para aumentar y conservar nuestros ranchos agrícolas y ganaderos. Sus bienes preciosos serán llamados al rescate para

alimentar a una población mundial que se duplica cada 50 años, principalmente en los países en vías de desarrollo, una población que envejece continuamente en paises del hemisferio norte, la disminución de los recursos agua, suelo y activos agrícolas. Por fortuna, existen varias formas probadas científicamente para aumentar y conservar los recursos naturales, las cuales tienen por objetivo preservar y aumentar el recurso agua, suelos, paisaje y energía para cumplir las demandas de la sociedad sin comprometer grandemente nuestra economía. Si nos preparamos inmediatamente e implementamos medidas para proteger nuestros recursos, entonces hay suficientes razones para ser optimistas sobre el futuro de la producción agropecuaria y la conservación de los recursos naturales.

BIBLIOGRAFÍA

Brown, L. R. (2008). Mobilizing to save civilization: Plan B30. New York, NY. W. W. Norton & Company. 398 p.

Cleveland, C. J., R. Constanza, A. S. Hall, and R. Kaufman. (1984). Energy and the U.S. economy: A biophysical perspective. Science 225, 890-897.

Duncan, R. (2005). The dollar crisis: Causes, consequences, cures. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons. 292 p.

Grey, J. R. (1968). Ranch economics. Ames, IA: The Iowa State University Press. 534 p.

Heinberg, R. H. (2005). The party's over. (2nd Ed.) Gabriola Island, Canada: New Society Publishers. 306 p.

Heinberg, R. H. (2006). The oil depletion protocol. Gabriola Island, Canada: New Society Publishers. 195 p.

Holechek, J. L. (1992). Financial benefits of range management practices in the Chihuahuan Desert. Rangelands 14(5), 279-284.

Holechek, J. L. (1996a). Drought and low cattle prices: Hardship for New Mexico Ranchers. Rangelands 18(1), 11-13.

Holechek, J. L. (1996b). Drought in New Mexico: Prospects and management. Rangelands 18(6), 225-227.

Holechek, J. L., R. A. Cole, J. T. Fisher, and R. Valdez. (2003). Natural resources: Ecology, economics, and policy. (2nd Ed.) Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall. 761 p.

Knutson, R. D., J. B. Penn, and B. L. Flinchbaugh. (1998). Agricultural and food policy. (4th Ed.) Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall. 521 p.

Kunstler, J. H. (2005). The long emergency. New York, NY: Grove Press. 525 p.

Leeb, S. and D. Leeb. (2004). The oil factor. New York, NY: Warner Business Books. 220 p.

McGuire, S. (2008).

Buy Gold Now. Hoboken, NJ: John Wilely & Sons, Inc. 224 p.

Odum, H. I. (1996). Environmental accounting, energy, and decisions making. New York, NY: John Wiley & Sons. 389 p.

Pfeiffer, D. A. (2006). Eating fossil fuels. Gabriola Island, British Columbia, Canada: New Society Publishers. 125 p.

Pollan, M. (2006). The omnivore's dilemma. Penguin Books. London, England. Penguin Books. 450 p.

Schiller, B. R. (2000). The economy today. (8th Ed.) New York, NY: McGraw-Hill. 762 p.

Schlosser, E. (2004). Fast food nation. New York, NY: Harper Perennial. 383 p.

Tertzakian, P. (2006). A thousand barrels a second. New York, NY: McGraw-Hill. 272 p.

United States Government Accounting Office (GAO). (2007). Crude oil: Uncertainty about future oil supply makes it important to develop a strategy for addressing a peak and decline in oil production. GAO Dept. 07-283. Washington, DC: Government Accountability Office. 76 p.

Wiedemer, J. D., R. A. Wiedemer, and C. S. Spitzer. (2006). America's bubble economy. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc. 271 p.

IRRIGATING BIOENERGY CROPS WITH ALTERNATIVE WATERS

***Niu, G.[1], Sun, Y.[1], Osuna, P.[2]**

[1]Texas A&M AgriLife Research and Extension Center at El Paso, Texas A&M University
1380 A&M Circle, El Paso, TX 79927, USA.
[2]Universidad Autónoma De Ciudad Juárez, Plutarco Elias Calles # 1210, Fovissste Chamizal. Ciudad Juarez, Chihuahua 32310, Mexico.
*corresponding author: gniu@ag.tamu.edu

INTRODUCTION

Agricultural production is facing problems due to elevated soil salinity and depletion of fresh water resources. The supplies of high quality water and land are falling short to meet the demand for the increasing world population. It is estimated that 397 million hectares of land throughout the world are affected by salinity (FAO, 2005). Most of the salt affected lands are marginal lands with low inherent productivity that have been abandoned or degraded (Cai et al., 2011). Marginal lands are primarily located in arid and semi-arid regions where soil salinity is too high for most common economic crops and groundwater with high salinity is the primary water source. Growing salt tolerant bioenergy crops in the salt affected marginal lands may be an option to enhance the productivity without competing with food production and to increase income in rural communities.

Biodiesel, as an alternative to petrodiesel, has drawn considerable attention due to diminishing availability of discoverable fossil fuel reserves and environmental consequences of exhaust gases from fossil fuel. Production of biodiesel would reduce dependence on fossil fuels, provide rural communities an additional industrial enterprise. Much of the land and irrigation water in the Southwest region of the United States would be ideally suited renewable energy production system if salt tolerant genotypes and production strategies can be developed. A total of 23.4 billion liters of biodiesel was produced worldwide in 2011 (U.S. Energy Information Administration, 2011). Therefore, selecting salt tolerant genotypes from available germplasm and improving the salt tolerance of potential bioenergy crops are the key steps for efficiently utilizing the currently abandoned salt affected lands.

Effects of salinity on plants

In order to effectively use the marginal lands and saline groundwater to grow bioenergy crops, knowledge of salt tolerance of the potential bioenergy crops is needed. Salt tolerance of a plant is defined as the ability to withstand the effects of high salinity without significant adverse effects

such as growth or yield reduction, or foliar salt damage (Niu and Cabrera, 2010; Shannon *et al.,* 1994). Salinity reduces the ability of plants to take up water, and this quickly causes reductions in growth rate, along with a suite of metabolic changes identical to those caused by water stress (Munns, 2002). The typical symptom of initial salt injury is stunted growth. As salt stress becomes severe, foliar damage including leaf necrosis and marginal leaf burn occur, and eventually death if salt stress increases and persists. Salt injury symptoms are more evident under hot, dry and windy conditions than in a cool, humid environment (Niu and Cabrera, 2010). The actual response of a plant to salinity is often affected by climatic conditions, type of substrate or soil, irrigation management, and plant growth stage. Salt tolerance of a plant varies largely with species or even cultivar within a species. In general, seedlings are more susceptible to high salinity than mature plants. For each salinity level, it is possible to select a number of plants. Obviously, as salinity levels increase, the number of plants that can tolerate the salt stress becomes smaller.

Potential bioenergy crops for salt affected marginal lands

Jatropha

Jatropha (*Jatropha curcas* L.), native to tropical America but now thrives in many parts of the tropics and sub-tropics in Africa and Asian, grows well in lands with low rainfall harsh climatic conditions and can alleviate soil degradation, desertification, and deforestation (Francis et al., 2005; Jingura, 2011). While Jatropha grows well in low rainfall conditions, requiring only about 200 mm, it can also respond to higher rainfall up to 1200 mm, particularly in hot climatic conditions (Kheira and Atta, 2009). Jatropha plants can withstand extremely low humidity in the air and can tolerate long term drought stress by shielding most of its leaves to reduce transpiration (Kheira and Atta, 2009). Due to the above mentioned characteristics, Jatropha has received special attention in many countries and is one of the main crops to be promoted for growing in marginal lands for biodiesel production (Kheira and Atta, 2009; Kumar et al., 2011). However, information on salt tolerance of Jatropha is not available.

Sorghum

Sorghum bicolor (L.) Moench is an economically important crop grown for grain and for forage. Sorghum is the only bioenergy crop that can produce quantities of ethanol using grain (starch), juice (sugar) and biomass (lignocellulose). In the United States sorghum historically has been a feed grain. Current estimates are that approximately 30% of U.S. produced sorghum grain is used for ethanol production. Since sorghum is not a primary food crop, increasing production of

sorghum for bio-energy does not compete with food use. Sorghum is also a water-use efficient plant and well adapted to the semi-arid area. Sorghum is moderately tolerant to saline conditions (Maas, 1986). Sorghum is more sensitive to salinity at the seedling emergence stage than at any other stage (Macharia et al., 1994) and salt tolerance varies with the varieties (Azhar and McNeilly, 1987).

Cotton

The demand for cotton fiber is steadily increasing worldwide, and the cottonseed is used for feed or oil. Accompanied with cotton fiber and seed production, large amount of residues from fields and gins are generated. Due to increased focus on renewable fuels in recent years, the potential for converting cotton waste into pellets, methane, pyrolytic products, and ethanol for energy are being explored (Sharm-Shivappa and Chen, 2008). Cotton is considered a moderately salt tolerant crop with a threshold salinity of 7 to 8 $dS \cdot m^{-1}$ in saturation extract (Maas, 1986). Similar to sorghum, cotton is a good candidate crop to be grown in salt-affected lands. However, reductions in cotton growth, yield, and fiber quality due to high salinity in soil or irrigation water have been reported (Dong, 2012; Maas and Hoffman, 1977). Many studies have revealed the existence of genetic variations in salt tolerance among cotton genotypes (Khan et al., 2001).

Castor

Castor (*Ricinus communis* L.) is an ideal plant for industrial oil production and bioenergy usage because it has high yield with unique fatty acid composition (Sun et al, 2013). Castor is widespread throughout subtropical and tropical regions (Weiss, 2000). A total of 1.54 million hectares of castor is harvested, and 1.76 million tons seeds are produced in 2010 in the world (FAO, 2010). The seed contains 40%-60% oil that is rich in triglycerides. Castor oil production accounts for 0.15% of vegetable oils produced in the world (Scholz and Silva, 2008). Many varieties have been selected for oil production and bioenergy usage. For instance, 'Brigham' is a variety with 10-fold reduction in ricin content adapted for Texas (Auld et al., 2001). 'Hale' is a dwarf variety with multiple racemes (Brigham, 1970). Salt tolerance of castor has been documented (Janmohannadi et al., 2011; Kumar et al., 1989; Raghavaiah et al., 2006). However, a considerable variation in salt tolerance exists within genotypes or cultivars of castor (Kumar et al., 1989; Raghavaiah et al., 2006).

CONCLUSION

Salt affected lands are commonly found in arid and semi-arid regions where rainfall is low and evapotranspiration is high. Such climate and irrigation practices trigger the salt accumulation in soils, which exacerbate the soil salinity problem. Therefore, in addition to selecting and developing salt tolerant genotypes, drought and heat tolerance should also be considered in species selection and genetic improvement.

REFERENCES

Azhar, F.M. and T. McNeilly. 1987. Variability for slat tolerance in *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Under hydroponic conditions. Journal of Agronomy and Crop Science 159:269-277.

Auld, D.L., R.D. Rolfe, and T.A. McKeon. 2001. Development of castor with reduced toxicity. Journal of New Seeds 3: 61–69.

Brigham, R.D. 1970. Registration of castor variety Hale. Crop Science 10: 457.

Cai, X., X. Zhang, and D. Wang. 2011. Land availability for biofuel production. Environmental Science & Technology 45(1): 334-339.

Dong, H. 2012. Technology and field management for controlling soil salinity effects on cotton. Aust. J. Crop Sci. 6:333–341.

FAO. 2005. Global network on integrated soil management for sustainable use of salt-affected soils. FAO Land and Plant Nutrient Management Service, Rome. 14 August 2013. <http://www.fao.org/ag/agl/agll/spush/intro.htm>

FAO. 2010. World Crop Production Statistics. United Nations Food and Agriculture Organization, Rome. 14 August 2013. <http://faostat.fao.org/site/567>.

Francis, G., R. Edinger, and K. Becker. 2005. A concept for simultaneous wasteland reclamation, fuel production, and socio-economic development in degraded areas in India: need, potential and perspectives of *Jatropha* plantations. Nat Resour Forum 29(1):12-24. <DOI: 10.1111/j.1477-8947.2005.00109.x>

Janmohammadi, M., A. Abbasi, and N. Sabaghnia. 2011. Influence of NaCl treatments on growth and biochemical parameters of castor bean (*Ricinus communis* L.). Acta Agriculturae Slovenica 99(1):31-40. <DOI: 10.2478/v10014-012-0004-5>

Jingura, R.M. 2011. Technical options for optimization of production of *Jatropha* as a biofuel feedstock in arid and semi-arid areas of Zimbabwe. Biomass and Bioenergy 35(5): 2127-2132.

Khan, T.M., M. Saeed, M.S. Mukhtar, and A.M. Khan. 2001. Salt tolerance of some cotton hybrids at seedling stage. Int. J. Agri. Biol. 3:188–191.

Kheira, A.A.A. and N.M.M. Atta. 2009. Response of *Jatropha curcas* L. to water deficits: Yield, water use efficiency and oilseed characteristics. Biomass and Bioenergy 33(10): 1343-1350.

Kumar, D., H.S. Daulay, and P.C. Sharma. 1989. Tolerance of castor to soil salinity. Annals of Arid Zone 28 (3&4): 249-255.

Kumar, D., S. Singh, R. Sharma, V. Kumar, H. Chandra, and K. Malhotra. 2011. Above-ground morphological predictors of rooting success in rooted cuttings of *Jatropha curcas* L. Biomass and Bioenergy 35(9): 3891-3895.

Maas, E.V. 1986. Salt tolerance of plants. Appl. Agric. Res. 1:12–26.

Maas, E.V. and G.J. Hoffman. 1977. Crop salt tolerance—current assessment. J. Irrig. Drain Div. Am. Soc. Civ. Eng. 103:115–134.

Macharia, J.M., J. Kamau, J.N. Gituanja, and E.W. Matu. 1994. Effects of sodium salinity on seed germination and seedling root and shoot extension of four sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] cultivars. International Sorghum and Millets Newsletter 35: 124-125.

Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell Env. 25:239-250.

Niu, G. and R.I. Cabrera. 2010. Growth and physiological responses to landscape plants to saline water irrigation – A review. HortScience 45(11):1605-1609.

Raghavaiah, C.V., C. Lavanya, S. Kumaran, T.J. Jeevanroyal. 2006. Screening castor (*Ricinus communis*) genotypes for salinity tolerance in terms of germination, growth and plant ion composition. The Indian Journal of Agricultural Sciences 76(3):196-199.

Scholz, V. and J.N. Silva. 2008. Prospects and risks of the use of castor oil as a fuel. Biomass Bioenergy 32: 95-100. Doi:10.1016/j.biombioe.2007.08.004.

Shannon, M.C., C.M. Grieve, and L.E. Francois. 1994. Whole-plant response to salinity, p.199-244. In: R.E. Wilkinson (ed.). Plant Environment Interaction. Marcel Dekker, New York.

Sharm-Shivappa, R.R. and Y. Chen. 2008. Conversion of cotton wastes to bioenergy and value-added products. Trans. ASABE 51:2239-2246.

Sun, Y., G. Niu, P. Osuna, G. Ganjegunte, D. Auld, L. Zhao, J.R. Peralta-Videa, and J.L. Gardea-Torresdey. 2013. Seedling emergence, growth, and leaf mineral nutrition of *Ricinus communis* L. cultivars irrigated with saline solution. Industrial Crops and Products 49:75-80.

U.S. Energy Information Administration., 2011. International Energy Statistics. U.S. Department of Energy, Washington, DC. 21 December 2012. < http://www.eia.gov >.

Weiss, E.A., 2000. Oilseed crops. 2nd ed. Blackwell Science, Oxford, UK.

LA EMBRIOGÉNESIS SOMÁTICA *IN VITRO* Y SU VARIACIÓN GENÉTICA INDUCIDA EN PASTOS DE *Setaria itálica L.* Y *Bouteloua eriopoda* Torr. Torr. EN REGIONES SEMI-ÁRIDAS

Osuna-Avila, P[1*], Barrow, J. [2] Nava-Cedillo, A.[3], Cabrera-Ponce, J.L.[4], Jofre-Garfias, A [4], Corral-Diaz, B[1], Flores-Margez, J.P.[1],Olivas, E[1,] Borrego-Ponce, A[1]

[1]Universidad Autónoma de Cd Juárez, Chih. México
[2] USDA, Agricultural Research Service, Jornada Experimental Range, Las Cruces, NM.USA
[3] Instituto tecnológico Agropecuario No. 20 Aguascalientes, Ags. México
[4] CINVESTAV-IPN, Unidad Irapuato, Gto. México
*Autor responsable, posuna@uacj.mx, Anillo envolvente del PRONAF y calle Estocolmo s/n, Zona PRONAF, Cd Juárez, Chih, CP 32310, México +52 656 3080153

INTRODUCCIÓN

El pasto navajita (*Bouteloua eriopoda*, Torr. Torr.) y el pasto mijo cola de zorra (*Setaria itálica* L) son plantas C-4 consideradas como resistente a la sequia en zonas áridas. *B. eriopoda* es un importante forraje nativo del desierto chihuahuense y del sureste de USA que lo caracteriza como un pasto de importancia ecológica y fisiológica para su investigación (Mackell y Goodin, 1973). El cereal mijo cola de zorra (*Setaria itálica* L) es una planta C-4 consideradas como resistente a la sequía en zonas áridas. Es miembro de los cereales de granos pequeños de la familia Poaceae y su grano es un importante alimento para ganado y humanos. Actualmente, está dentro de la lista de las plantas con gran potencial como fuente de bioenergía y proteína. Este cereal fue un alimento en la China neo-lítica y continua siendo cultivado en regiones semiáridas. Las específicas condiciones de crecimiento y la baja productividad han limitado su potencial como grano (Zhang *et al*., 2012), lo cual ha sido investigado desde su introducción a México en los 90's . Su introducción en México a través del Instituto de Investigación Internacional de Cultivos Tropicales en Regiones Semiáridas (ICRISAT) de la India, fue con el propósito de adaptarlo a nuestras condiciones de cultivos de temporal. De esta manera el productor de maíz utilizaría este grano solo para su consumo familiar y el grano de mijo cola de zorra seria para alimentar su ganado. Esta acción social ayudaría a los productores temporales a prolongar y conservar los granos básicos como su fuente de alimento y evitar su emigración a las grandes ciudades a causa del encarecimiento de su alimento prioritario como es el maíz para grano. Conociendo que esta especie pertenece al grupo de granos pequeños y que el uso de su mejoramiento a través del método tradicional se invertiría bastante tiempo en encontrar nuevos genotipos, se optó por usar tecnología modernas como lo es la herramienta biotecnológica. La técnica de cultivo *in vitro* de tejidos podría acelerar el proceso de mejoramiento en rendimiento de grano en un solo ciclo biológico y quizás los nuevos genotipos

generados enfrentarían de mejor manera las condiciones adversas de nuestras áreas de temporal. La técnica *in vitro* consiste en cultivar células, tejidos u órganos en un medio de cultivo en condiciones estériles. El explante inicial al ser cultivados en un medio de cultivo y con reguladores de crecimiento, promueve una desdiferenciación celular para formar callos. Los callos son una masa de división mitótica más acelerada de lo que ocurre en planta normal que provoca deleciones en cromosomas, mutaciones de punto o cambios de ploidía. Los embriones somáticos (llamados también asexuales) se forman en la periferia de estos callos que al germinar regeneran plántulas con potencial de contener diversidad genética muy diferentes a los que se generan a través de la reproducción sexual. La variación genética adquirida por las plantas generadas a través de la embriogénesis somática se llama variación somaclonal o asexual que inicia a partir de una porción vegetal conocida como explante y están compuestas solo por células somáticas.

La etapa de desarrollo del explante es importante para el establecimiento de cultivos embriogénicos de pastos y cereales. Células diferenciadas de la familia Poaceae han sido reportados ser recalcitrantes a una regeneración *in vitro*. La totipotencia puede ser expresada *in vitro* solo si las células son meristemáticas capaces de inducir división celular (Wernicke y Milkovits, 1984). Embriones somáticos pueden originarse a partir del cultivo *in vitro* de semillas maduras de arroz (Vega *et al*., 2009), inflorescencias inmaduras (Lauzer *et al.,* 2000), meristemos o apice de brote (Osuna *et al.,* 1995, Osuna y Barrow, 2004), nudos inmaduros de tallos de pasto ornamental *Phragmites communis* Trin (Lee *et al.,* 2012). El uso de reguladores de crecimiento tales como 2,4-D, Dicamba (Lee *et al.,* 2012), Picloram (Parmar *et al.,* 2012), han sido reportados para la inducción de embriones somáticos en numerosas especies de plantas. Aguado-Santacruz *et al* (2001) indujeron embriones somáticos a partir de células meristematicas de ápices de brote en *Bouteloua gracilis* al cultivar plántulas estériles en medio MS (Murashige y Skoog, 1962) suplementado con 2,4-D a 4.52 *u*M , BA 8.87 uM y Adenina 296.08 uM. Utilizando el mismo explante Osuna-Avila *et al*. (1995), Osuna-Avila y Barrow (2004) reportaron alta frecuencia de embriones somáticos en mijo cola de zorra y el pasto navajita al usar 2,4-D, 2,4,5-T y dicamba a diferentes concentraciones. El presente estudio pretende discutir la embriogénesis somática indirecta y su potencial para inducir diversidad genética en pastos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Semillas de mijo cola de zorra cv Neze 2A fueron donadas por el campo agrícola experimental de la estación de El Llano Aguascalientes. Ellas fueron desinfectados superficialmente con 70%

de etanol por 2 min., 0.02% de bicloruro de mercurio con unas gotas de tween 20 por 30 min y enjuagados varias veces con agua destilada estéril. Se usó un medio de cultivo para germinación de Murashige y Skoog (1962) (MS) conteniendo 3% de sacarosa y 0.7% de agar Difco-bacto Agar, pH de 5.8 y autoclaveado a 121 C. Las semillas asépticas y cultivadas en este medio fueron incubadas en luz u oscuridad a 24 C por 13 días para después obtener las plántulas (verdes o etioladas) que serían usadas para disectar el apice de brote e inducir la formación de callos.

Cultivo de callos y regeneración de plantas

Ápices de brotes de 2 mm de largo fueron disectados de la base en plantas no etioladas y a dos centímetros de la base en plántulas etioladas. Los explantes etiolados y no etiolados fueron cultivados en MS suplementados con los reguladores de crecimiento de 2,4-D o 2,4,5-T a 1, 2, 4 y 8 mg/l para mijo cola de zorra y el 2,4-D y dicamba a 4.52, 9.05, 13.57 y 18.10 para el zacate navajita. Por cada tratamiento, fueron cultivados 60 explantes en condiciones de oscuridad a 24 C por 10 semanas. La frecuencia de embriones somaticos fueron registrados semanalmente con la ayuda de un estereoscopio.

La regeneración de plantas fue obtenida al separar las estructuras regenerables en la periferia de los callos y se transfirieron al medio MS con 1 mg/l de cinetina y 0.2% de caseína hidrolizada e incubados en condiciones de luz (fotoperiodo de 16 h luz) a 24 C . 20 callos de 500 mg en total por cada tratamiento de 2,4-D o 2,4, 5-T fueron cultivados para regeneración de plantas. El diseño experimental fue al completamente al azar con factorial 2x2x4. Una separación de medias de Tukey fue realizada para detectar diferencias significativas. Las plantas regeneradas de los embriones somáticos fueron establecidas en suelo y aclimatadas en invernadero al cubrirse las plántulas con plástico por 7 días. Las plantas fueron mantenidas hasta la producción de semillas.

Variación somaclonal

Aunque ambas especies de plantas fueron crecidas en invernadero, solo las plántulas de mijo cola de zorra con diferencias fenotípicas distintas al control fueron seleccionadas y etiquetadas. Las espigas que presentaban características agronómicas sobresalientes fueron cubiertas con bolsas enceradas para evitar entrecruzamientos de polen. Cuando las espigas cambiaron de color verde a café fueron cosechadas manualmente e individualmente guardadas en bolsas de papel a temperatura de cuarto. La primera generación de cada variante somaclonal fue multiplicada por semillas en condiciones de invernadero.sembrada en 1 surco de 5 m a campo

abierto para su multiplicación de semillas. La segunda generación se sembró en 3 surcos de 35 cm de separación con una longitud de 5 m. La parcela útil fue un surco del centro para inducir una competencia completa y así seleccionar variables consistentes. Los riegos se hicieron con agua de pozo o combinada con las lluvias del temporal del verano.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La primera evidencia de iniciación de callos en los ápices de brote de *S. itálica y B. eriopoda* fue observada a los tres días después de su cultivo en ápices no-etiolados y a los 5 días en los ápices etiolados. El primer indicio de callos fue una protuberancia blanca pequeña de 5 mm justo en la región nodal. Protuberancias similares fueron reportadas en cultivo de tejidos de sorgo (Bhaskaran y Smith, 1988) y arroz (Mikami y Kinoshita, 1988). Dos tipos de callos fueron obtenidos: Callos embriogénicos (CE) que tuvieron una apariencia blanco-opaco, nodular y estructuras compactas parecidas embriones somáticos y los callos no embriogénicos (NE), los cuales tuvieron una textura blanda y no regenerable. Callos similares fueron observados en embriones maduros en trigo de la India para pan (Parmar *et al.,* 2012).

Estructuras embriogénicas fueron observadas en todos callos de los tratamientos de 2, 4-D y 2, 4,5-T y dicamba.. Sin embargo, la combinación de 2 mg/l de 2, 4-D y los explantes del ápice de brote de las plántulas no etioladas resultaron estadísticamente superior en la formación de embriones somáticos comparados con los otros tratamientos. La figura 1 muestra las etapas de la embriogénesis somática en zacate navajita.La frecuencia de germinación precoz de los CE fue más bajos a altas concentraciones de 2,4-D o 2, 4,5-T y dicamba (datos no mostrados). Después de 6 semanas de cultivo, los explantes no-etiolados(verdes) mostraron la más alta tasa de inducción de callos embriogénicos (76%) que los explantes etiolados (65%).

Regeneración de plantas

La regeneración de plantas fue caracterizada por el desarrollo de sectores verdes distribuidos discretamente en todo el callo. Esto promovió la diferenciación de brotes muy independiente del desarrollo de la raíz o bien la conexión del brote con la raíz. Heyser y Nabors (1982) reporto que la producción de pigmentos verdes en callos no-embriogénicos es un requisito para el crecimiento y formación de brotes y raíces en avena. Una alta frecuencia de la regeneración del desarrollo de la raíz seguido de la emergencia del brote en el mismo eje, es indicativo de la evidencia de embriones somáticos en zacate navajita (Figura 1). Esta respuesta es similar lo que se describe en este estudio al igual que en otros pastos y cereales (*Parmar et al.,* 2012).

Variación somaclonal

Todas las plantas regeneradas supervivieron al trasplantarse en condiciones de invernadero, las cuales alcanzaron la madurez y produjeron semillas fértiles. Las características fenotípicas sobresalientes con potencial agrícola y distinto al control fueron: 14 Plantas de color rojo incluyendo las espigas y cubiertas que envolvían a las semillas. 40 plantas con espigas racimosas, 25 plantas con espiga erecta, 10 plantas con espiga racimosa con maduración de grano precoz, 12 plantas con espiga parecida al control con madurez de grano precoz, y 80 plantas con espigas muy similares al control, dando un total de 181 plantas regeneradas y cultivadas en condiciones de invernadero. Las primeras semillas cosechadas en el invernadero fueron consideradas como la generación 1 (G1) y las sembradas en invernadero para la multiplicación de semillas fueron las G2 y la G3 fue la tercera cosecha y la primera sembrada en campo en condiciones de temporal con un riego de auxilio. Las variantes fueron consistentes y se conservaron hasta la generación 3 (G3), lo cual indica que las variantes somaclonales son genéticamente transferibles a la siguiente generación. El comportamiento celular normal es el resultado de un proceso complejo de programas genéticos en cascada que son sensibles a la disrupción por factores ambientales como el estrés biótico o abiótico. El cultivo *in vitro* involucra también proceso complejos durante el establecimiento del explante, así que la inducción de callos, la formación de embriones y la regeneración de plantas puede ser eventos fisiológicos estresantes para las células vegetales que involucra mutagénesis. El involucrar 2,4-D en el medio de cultivo para provocar callos en cereales tiene el potencial de inducir variación somaclonal (Mendoza y Kaeppler, 2002). De acuerdo a estos resultados, se genero variación nuclear y/o citoplasmática que podría ser explotada y ser utilizada para su mejoramiento. Es por ello que se seleccionaron las mejores características agronómicas para incorporarse a los sistemas de producción en las áreas de temporal. A este proceso se le llama variación somaclonal denominado originalmente por Larking y Scowcroft (1981) que involucra cambios en las plantas regeneradas que son trasmitidos a la progenie tal como se observo en esta especie de mijo cola de zorra.

CONCLUSIONES

Los callos cultivados en 2 mg/l de 2,4-D a partir de los explantes cultivados en luz, dieron la más alta tasa de inducción de embriones somáticos y regeneración de plantas comparados con los explantes cultivados en oscuridad. En consecuencia, se obtuvieron variantes genéticas que superaron en rendimiento de grano al control y que además fueron trasmitidos a la progenie.

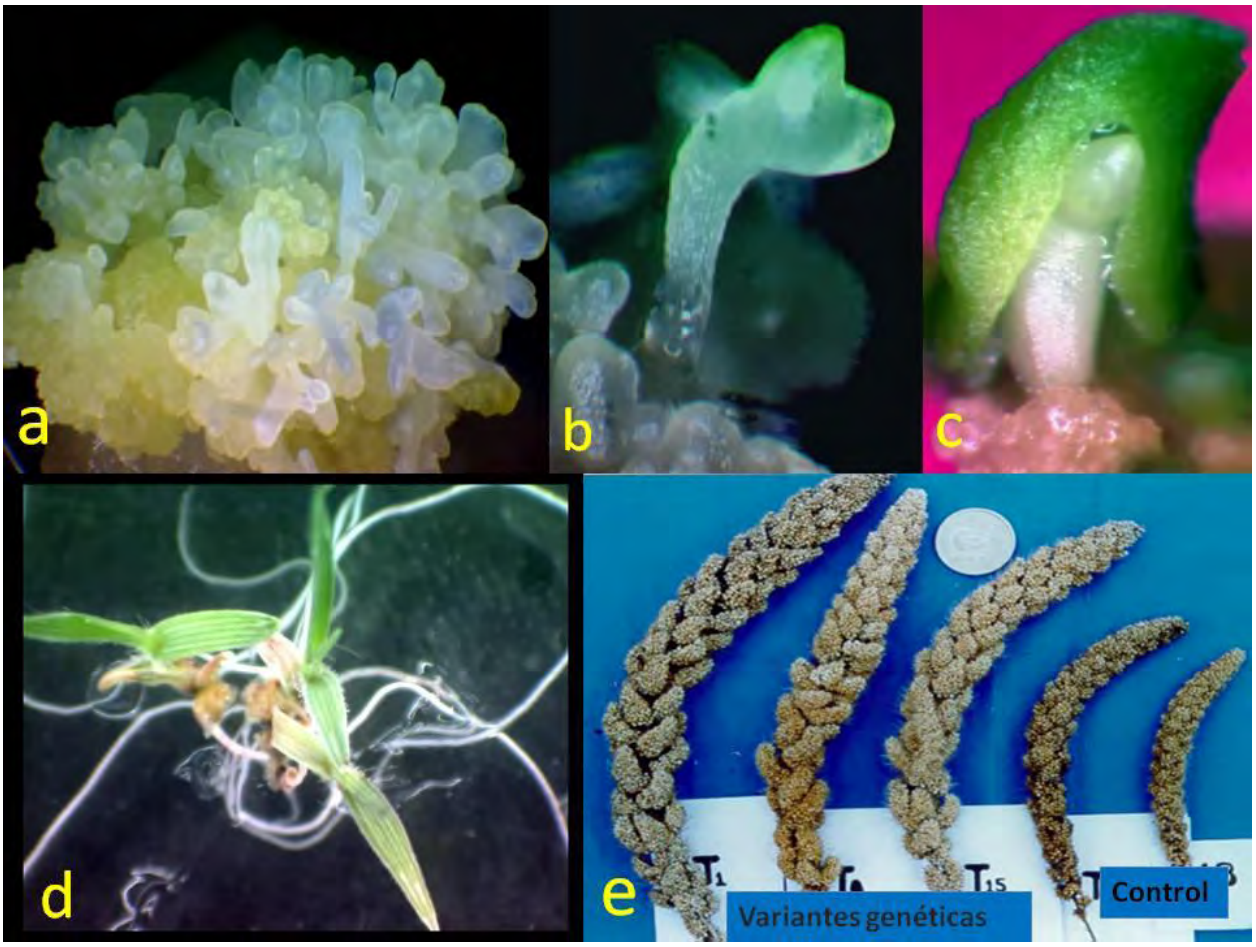


Figura1. Figure 1. Embriogenesis somática en cultivos de ápices de brotes de *Bouteloua eriopoda* a) proembriones, b) embrión en etapa de torpedo, c) embrión secundario, d) plantas, f) variantes genéticas en *Setaria italica*. Espigas con distintas morfología, tamaños y número de granos comparados con la espiga control

BIBLIOGRAFÍA

Aguado-Santacruz, G. A. J.L. Cabrera-ponce, V. Olalde- Portugal, M.R. Sanchez-Gonzalez, M.R. Marquez-Guzman, L. Herrera-Estrella. 2001. Tissue cultura and plant regeneration of blue grama grass Bouteloua gracilis (H.B.K) Lag. Ex. Steud. In vitro Cell Dev. Bio.l Plant 37:182-189 Bhaskaran, S. and R.H. Smith. 1988. Enhanced somatic embryogenesis in Sorghum bicolor Moench. From shoot tip cultures. In vitro Cell. Dev. Biol. 24: 65-70.

Heyser, W.J. and M.W. Nabors. 1982. Long-term plant regeneration somatic embryogenesis and green spot formation in secondary oat (*Avena sativa* L) callus. Z. Pflanzenphysiol. 107: 153-160

Larking, P. and W. Scowcroft.1981. Somaclonal variation a novel source of variability from cells cultures from plant improvement. Theor. Appl. Genet. 60: 197-214

Lauzer D., S. Dallaire and G. Vincet. 2000. In vitro propagation of reed grass by somatic embryogenesis. Plant cell Tissue and organ Culture 60: 229-234.

Lee, J.E.S.G. Seo, B.K. Kim, S.M. Woo, B.Ch. Koo. T.H. Park, Y.P. Lim and S.H. Kim. 2012.Induction of somatic embryogenesis and plant regeneration in the reed grass (*Phragmites communis* Trin.). African journal of Biotechnology 11(8): 1904-1911.

Mckell, C., M. Goodin. 1973. US arid shrublands in perspective. Arid shrublands-Proc. Third workshop of the United States –Australia Rangelands Panel, Tucson, AZ.

Mendoza, M.G. H.F. Kaeppler. 2002. Auxin and sugar effects on callus induction and plant regeneration frequencies from mature embryos of wheat (Triticum aestivum.). In Vitro Cell Dev Biol. 38: 39-45

Mikami, T. and T. Kinoshita. 1988. Genotypic effect on the callus formation of different explants of rice, Oryza sativa. Plant Cell Tissue and Organ Culture 12:311-314

Murashige, T. and F. Skoog. (1962). Aowth revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant 15: 473-497

Osuna-Avila, P. A. Nava-Cedillo, A.E Jofre-Grafias and J.L. Cabrera-Ponce.1995. Plant regeneration from shoot ápex explants of foxtail millet. Plant Cell Tissue and Organ Culture 40: 33-35

Osuna-Avila, P. and J. Barrow. 2004. Regeneration of black grama (Bouteloua eriopoda Torr.Torr.) plants via somatic embryogenesis. In Vitro Cell Biol Plant 40: 299-302

Parmar, S.S. M. Sainger and P.K. Jaiwal. 2012. Plant regeneration from mature embryo of comercial indian bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. Physiol. Mol. Plants 18(2): 177-183.

Vega, R. N. A. Vasquez, M. espinoza, A.M. Gatica and M. Valdez-Velera. 2009. Histolgy of somatic embryogenesis in rice (*Oryza sativa* cv 5272). Revista Biologica Tropical 57(1):141-150

Wernicke, W and L. Milkovits .1984. The regeneration potential of wheat shoot meristems in the presence and absence of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid. Protoplasm 13: 131-141

Zhang, G., X. Liu, Z. Quan, S. Cheng, X. Xu, S. Pan, M. Xie, P. Zeng, Z. Yue, W. Wang, Y. Tao, C. Bian, C Han, Q. Xia, X. Peng, R. Cao, X. Yang, D. Zhan, J. Hu, Y. Zhang, H. Li, H. Li, N. Li, J. Wang, C. Wang. 2012. Genome sequence of foxtail millet (*Setaria italica*) provides insights into grass evolution and biofuel potential. *Nature Biotechnology*. 30:549–554

PROBLEMÁTICA DEL AGUA DE RIEGO EN GUANAJUATO Y PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS CON FERTIRRIGACIÓN

Dr. Alejandro Rodríguez Guillén

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a las estadísticas registradas, en 1960 se sembraban en Guanajuato 232,500 ha bajo condiciones de riego (124,800 ha de granos básicos, 7,700 ha de cultivos forrajeros, 2,200 ha de hortalizas y 1,200 ha de frutales); de la superficie total, 159,100 ha se regaban con agua superficial (68.4%) y solamente 73,400 ha con agua subterránea (31.6%), extrayendo el volumen del agua requerida para el riego de 1,200 pozos profundos. Sin embargo, hacia el año 2000, la superficie sembrada prácticamente se duplicó (416,700 ha: 248,200 ha de granos básicos, 172,000 ha de cultivos forrajeros, 51,700 ha de hortalizas y 1,500 ha de frutales), donde la superficie regada con agua superficial prácticamente se mantuvo igual (166,700 ha) mientras que la superficie regada con aguas extraídas de los mantos freáticos se incrementó 340%, llegando hasta 250,000 ha. Esta situación ocasionó que en tan solo 40 años la cantidad de pozos profundos registrados pasara de 1,200 a 15,700 (lo que representa casi el 12% de todo el país). A pesar de ser un estado pequeño, Guanajuato es un gran productor de alimentos, pero a un costo muy alto que está en grave riesgo de acabar con sus reservas de agua subterránea.

En Guanajuato se dedican a la producción de hortalizas más de 50,000 ha y prácticamente la mitad se exporta Estados Unidos de Norteamérica, generando ingresos por más de 50 millones de dólares, además de los jornales por mano de obra para las actividades de trasplante, prácticas de cultivo, cosecha, limpieza y empaque. Los cultivos hortícolas más importantes desde el punto de vista económico son: Brócoli, ajo, chile, cebolla, zanahoria, lechuga, fresa y espárrago.

En general, la calidad natural del agua de los acuíferos estatales es apta para todos los usos; aunque hay pocos estudios específicos al respecto. Es lógico suponer que en el transcurso de las últimas décadas las diferentes actividades humanas han deteriorado en alguna medida la calidad del agua subterránea. Probablemente, el deterioro mayor haya sido generado en las zonas agrícolas por la aplicación indiscriminada de plaguicidas y fertilizantes. Sin embargo, las investigaciones realizadas revelan que hay una atenuación importante de la mayoría de los

contaminantes, gracias a la existencia de potentes zonas no saturadas entre la superficie del terreno y los niveles freáticos, y que el problema mayor consiste en un problema gradual de salinidad (Chávez, 1998). Las agua subterráneas de Guanajuato están incrementando su concentración de sales a través del tiempo como resultado del abatimiento de los niveles piezométricos. El catión que ha mostrado la mayor tendencia de incremento es el sodio. La zona en que se muestra la mayor concentración es el Sudoeste (Manuel Doblado, Cuerámaro, Pénjamo, Abasolo, Huanímaro y Valle de Santiago), en donde ya se ven los efectos negativos sobre el suelo y en las condiciones fisiológicas de los cultivos, como el sorgo. De no tomar las medidas para evitar que se siga agravando el abatimiento de los niveles piezométricos se pueden provocar problemas de difícil solución en la fertilidad del suelo en un futuro cercano (Castellanos *et al*., 1998). La ciudad de Celaya presenta algunos problemas de contaminación biológica, provocados por el fraccionamiento del terreno y el deterioro o las deficiencias constructivas de las captaciones que le suministran el agua (Chávez, 1998).

RESULTADOS EXPERIMENTALES EN LOS CULTIVOS DE MAYOR IMPORTANCIA

Fertirrigación en el cultivo de brócoli

La superficie cultivada con esta especie ha alcanzado hasta 18,000 ha, ocupando el primer lugar estatal entre las hortalizas de riego, con un rendimiento medio de 11.1 t ha^{-1}. En un estudio con fertirriego se usaron las variedades Patriot, Dinasty y Pilgrim, a densidades de 44,500, 66,700, 70,000 y 133,000 plantas ha^{-1}. Existieron diferencias entre variedades en el rendimiento de fruto comercial y entre densidades de población: Dinasty produjo 22.2 t ha^{-1} con 44,500 plantas ha^{-1}, mientras que Pilgrim produjo 21.4 t ha^{-1} con 66,700 plantas ha^{-1}. Con una densidad de 133,000 plantas ha^{-1} el rendimiento se redujo, lo que se debió tanto al menor diámetro del florete como a la menor cantidad de plantas productivas. Del 3 al 7% del calcio total asimilado se destinó hacia el florete; por ello, se presentaron trastornos fisiológicos de tallo hueco en variedades de alto rendimiento. Además, se concluyó que es necesario calibrar los métodos de análisis de fósforo y potasio para el cultivo de brócoli en los suelos del Bajío, ya que no se ha observado respuesta a su aplicación en este y otros cultivos.

En otro estudio realizado por Vuelvas *et al*. (2007) con brócoli se evaluaron frecuencias de riego (Aplicación del riego diariamente, cada tercer día y semanalmente), así como diferentes niveles de fertilización nitrogenada (0, 50, 290 y 425 unidades de nitrógeno ha^{-1}). Encontraron que el máximo rendimiento se obtuvo cuando se riega cada tercer día. Sin embargo, al aumentar tanto la frecuencia de riego como la dosis de nitrógeno se incrementó el poso de frutos deformes. Se

encontró que con 425 unidades de N ha^{-1} se obtuvieron rendimientos de casi 27 t ha^{-1} de brócoli Grado 1 (Calidad exportación). En este ensayo también se observó una clara tendencia a aumentar el porcentaje de frutos huecos a medida que se incrementó la frecuencia de riego y la dosis de fertilización nitrogenada.

Fertirrigación en el cultivo de chile ancho

El chile poblano es el segundo tipo de chile más popular en México. También este cultivo es uno de los de mayor importancia en la producción de hortalizas en Guanajuato, pues ocupa el segundo lugar en superficie sembrada, tan solo después del brócoli. Rodríguez *et al*. (2008) realizaron un estudio con diferentes variedades de chile ancho para evaluar el rendimiento y calidad de fruto bajo condiciones de fertirrigación, probando tres dosis de nitrógeno (N: 100, 200 y 300 unidades ha^{-1}); además, se fertilizaron con 80 unidades de fósforo (P_2O_5) ha^{-1} y 200 unidades de potasio (K_2O) ha^{-1}, a excepción de los testigos. Se encontró que el mayor rendimiento de fruto se produjo con la aplicación de 350 unidades de N ha^{-1}, alcanzando 70 t ha^{-1}, pero este tratamiento también fue más alto en el calibre de fruto en las clases de segunda y rezaga, con 20 y 13 t ha^{-1}, respectivamente. Se observaron problemas de en la calidad del chile en cuanto a deformación del fruto, que se atribuyeron a una deficiencia de calcio. También se obtuvieron diferencias entre variedades, ya que algunas no respondieron a la aplicación de nitrógeno.

Fertirrigación en el cultivo de cebolla

La superficie sembrada con este cultivo es de 10,000 ha bajo riego y temporal. Guanajuato ocupa el segundo lugar nacional en superficie de cebolla sembrada bajo riego, con un rendimiento medio de 18.8 t ha^{-1} y este cultivo ocupa el tercer lugar estatal entre las hortalizas, después de brócoli y chile ancho. En un estudio de fertirriego en cebolla variedad Suprema, Rodríguez *et al*. (2008) probaron 0, 120, 200 y 280 unidades de nitrógeno ha^{-1}; 0 y 80 unidades de fósforo ha^{-1}; 0 y 200 unidades de potasio ha^{-1}; 0 y 50 de calcio ha^{-1}. Además, evaluaron varios niveles de la humedad del suelo: 14, 25 y 45 kPa de tensión hídrica. Se obtuvieron rendimientos de cebolla comercial de 102 t ha^{-1}, con 25 kPa de tensión hídrica y trasplantada a tres hileras de plantas por cama. Se produjeron rendimientos de 83 y 89 t ha^{-1} con láminas de agua totales de 32 y 44 cm usando riego por goteo. Del rendimiento total, 50 a 60 t ha^{-1} (50 a 60%) alcanzaron diámetros de bulbo de 3 a 4 pulgadas (7.5 y 10.2 cm), calidad Superjumbo para exportación. La apariencia de la cebolla fue de excelente calidad; sin daños físicos en la

superficie del bulbo, de excelente textura, consistencia y brillo. No hubo respuesta en rendimiento a la aplicación de fósforo y de potasio.

Fertirriego en el cultivo de ajo

La superficie sembrada con este cultivo es de 4,000 ha, ocupando el quinto lugar estatal entre las hortalizas bajo riego, con un rendimiento medio de 8 t ha^{-1}. En un estudio, Vuelvas *et al*. (1997) evaluaron la frecuencia del riego, colocando la cintilla de goteo en forma superficial y enterrada a 15 cm y, además, probaron tres concentraciones de nitrógeno diluido en el agua de riego: 40, 80 y 120 partes por millón (ppm) a partir de dos fuentes de fertilizante nitrogenado: Nitrato de amonio y urea. No observaron diferencia entre colocar el gotero en forma superficial o enterrada. No existió diferencia significativa en rendimiento entre regar diariamente y cada tercer día, pero sí la hubo cuando se regó cada semana, con un 20% menos. Bajo condiciones de riego por goteo, el nitrato de amonio fue mejor fuente fertilizante que la urea para obtener mayor rendimiento y calidad: 1.4 t ha^{-1} y diámetro de bulbo, respectivamente. Se logró un ahorro de 60.3% en la lámina total de riego, pues con riego por goteo se aplicaron 70 cm de agua contra 116 cm usando riego superficial (gravedad o "rodado"). La productividad del agua fue el doble con fertirriego por goteo comparada con riego por gravedad, lo que significa que con ese sistema de producción se necesita menos de la mitad de agua para producir un kilogramo de ajo.

En otro estudio, Barrios *et al*. (2005) evaluaron el rendimiento y calidad de ajo con diferente manejo de riego por goteo. El máximo rendimiento se obtuvo al regar diariamente, con un total de 20 t ha^{-1}; sin embargo, la rezaga se incrementó en 300 kg ha^{-1}. La frecuencia del riego tuvo un efecto muy importante sobre la calidad, ya que ocasionó mayor pudrición de bulbo y aumento de la rezaga. Se encontró que para obtener un rendimiento de ajo mayor de 20 t ha^{-1} se requieren dosis mayores de 300 unidades de nitrógeno ha^{-1}.

CONCLUSIONES

En el sector agropecuario de Guanajuato es donde realmente se deben concentrar todas las políticas, estrategias y acciones para lograr la máxima eficiencia y eficacia en la planeación y aprovechamiento de los recursos hídricos de esta región. Entre más de 30 técnicas para hacer un uso eficiente del agua, a nivel de manejo por el productor, destaca el empleo de métodos y sistemas de riego altamente eficientes para el uso, manejo y conservación del agua, tales como

el riego por goteo y aspersión en los diversos sistemas de producción agropecuaria de esta región.

BIBLIOGRAFÍA

Barker, R.; Ch. A. Scott; Ch. De Fraiture y U. Amarasinghe. 2000. La escasez mundial de agua y el reto que afronta México. En: Asignación, productividad y manejo de recursos hídricos en cuencas. Ch. A. Scott, P. Wester y B. Marañón-Pimentel (Eds.). Instituto Internacional del Manejo del Agua (IWMI). Serie Latinoamericana No. 20. México, D. F.

Barrios, D. J., M. C. Larios, J. Z. Castellanos R., G. E. Alcántar G., M. de las N. Rodríguez M., L. Tijerina Ch., y W. Cruz R. 2005. Rendimiento y calidad de ajo con diferente manejo de riego por goteo. Revista Chapingo. Serie Horticultura. 11:23-239.

Castellanos R., J. Z.; B. Hurtado y S. Villalobos R. 1998. Cambio en la calidad del agua subterránea debido al abatimiento en los niveles piezométricos en el Estado de Guanajuato. *En*: Castellanos R., J. Z.; J. J. Carrillo y C. Hernández Y. (Eds.). Memoria del Simposio Internacional de Aguas Subterráneas. León, Guanajuato; México. Pp. 137-152.

Chávez, R. G. 1998. Estado actual del conocimiento del agua subterránea en el Estado de Guanajuato. *En*: Castellanos R., J. Z.; J. J. Carrillo y C. Hernández Y. (Eds.). Memoria del Simposio Internacional de Aguas Subterráneas. León, Guanajuato; México. Pp. 19-28.

Rodríguez G., A.; S. Villalobos R. y J. Z. Castellanos R. 2008. Rendimiento de chile poblano a diferentes niveles de fertilización con fertirriego en el Centro de México. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro de Investigación Región Centro (CIRCE). Campo Experimental Bajío (CEBAJ). Informe de investigación. 10 pág.

Rodríguez G., A.; S. Villalobos R. y J. Z. Castellanos R. 2008. Rendimiento y calidad de cebolla con diferentes niveles de fertilización bajo fertirrigación en la Región del Bajío, Guanajuato. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro de Investigación Región Centro (CIRCE). Campo Experimental Bajío (CEBAJ). Informe de investigación. 10 pág.

Vuelvas, C. M.A., K. Oleschko L., V. Volke H. 1997. Efecto de la frecuencia del riego y colocación del gotero sobre el rendimiento y calidad del ajo. XXVIII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Villahermosa, Tabasco.

Vuelvas C., M. A., y J. G. Díaz de León. 2007. Manejo del agua y nutrición del cultivo de brócoli. *En*: Manejo integrado de plagas y enfermedades. Celaya, Gto. México. Pp. 52-63.

HUELLA HÍDRICA Y ECOLÓGICA: UN NUEVO CONCEPTO EN LA SOSTENIBILIDAD DE LOS AGROECOSISTEMAS

Marroquín-Agreda Francisco*[1], Toledo Toledo Ernesto[1], Lerma Molina José Noé [1], Ley de Coss Alejandro[1], Rodriguez Morales Juan Alberto[1]

[1] Cuerpo Académico Productividad Agroecosistemas Tropicales. Facultad de Ciencias Agrícolas, Campus IV. Universidad Autónoma de Chiapas. Entronque Carretera Costera - Pueblo de Huehuetán. Huehuetán, Chiapas, México. CP. 30660.

marroquinf@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La vida en la Tierra siempre ha dependido y dependerá de los recursos hídricos. Las investigaciones han revelado que la vida se originó en el agua; esto evidenciá que en la mayoría de los organismos este líquido vital constituye más del 80 % del cuerpo e interviene como sustancia reactor y transportadora de la mayor parte de los procesos metabólicos en los seres vivos. Así mismo, es el hábitat de una abundate diversidad y abundancia de organismos. Por mencionar algunos ejemplos del agua es Vida: el cuerpo de un bebé tiene 83 % de agua y el de un hombre adulto 60 %, en los animales el contenido varía entre 60 y 90 %, observándose casos extremos, como la medusa de mar con 95 %. En las plantas, existe también una marcada variación, como son los casos de las cucurbitáceas que constituye cerca del 98 % del peso. En otro escenario, sin agua no podrían realizarse funciones vitales de los seres vivos, como lo es la alimentación, eliminación de desechos y las plantas no podrían realizar la fotosíntesis y absorción de nutrientes; lo que aniquilaría la generación de alimentos para todos los niveles de la cadena alimenticia y el aseguramiento de las generaciones en nuestro planeta.

Actualmente, se estima que existen en el planeta Tierra 1, 400 millones de km^3 de agua, de los cuales únicamente 35 millones de km^3 (2.5 %) son agua dulce. Sin embargo, el 1.76 % de ese 2.5 % se encuentran en los Glaciares y capas polares y únicamente 10.6 millones (0.77 %) es el agua utilizable para satisfacer las necesidades y actividades del ser humano, ese volumen se encuentran en lagos, ríos, atmosfera y agua subterránea. Esto significa que el agua proveniente de los acuíferos y escorrentías de los ríos y arroyo es la utilizable y la que alimenta las reservas, es donde se debe de gestionar la conservación y retención del líquido vital.

En todas las regiones, con excepción de Europa y América del Norte, la agricultura es obviamente el sector que consume más agua, representando globalmente alrededor del 69 % de toda la extracción, el consumo doméstico alcanza aproximadamente el 10 % y la industria el 21 %. La gestión y el manejo sostenible del recurso hídrico es un reto y una necesidad, de la

cual, no considerarse como tal será el líquido de conflictos económicos, políticos y sociales en diferentes escalas geográficas.

Actualmente bajo ese esquema alarmante, surge la necesidad de insertarle un nuevo valor económico al agua en la agricultura, no como una venta de servicio como es el caso ambiental; si no como venta indirecta del líquido por el servicio en la producción y transformación de productos agropecuario. Para ello, la Huella hídrica y comercio de agua virtual, son estrategias implementadas actualmente para darle un valor al menospreciado líquido vital. Es por lo tanto sensato, que los países que sufren escases de agua importen alimentos básicos y usen sus propios recursos, que son limitados para producir cultivos altamente rentables de exportación.

Huella hídrica y Comercio de Agua Virtual

La sostenibilidad de los agroecosistemas se define desde un enfoque integral y holístico hacia la producción de alimentos, fibras y forrajes que equilibra el bienestar ambiental, la equidad social y la viabilidad económica. Por lo tanto, la agricultura debe de ser más sostenible económicamente, menos contaminante del medio ambiente y social y culturalmente más justa. Adquiriendo así la agricultura moderna, características fundamentales para la supervivencia que deben mantener los ecosistemas a través del tiempo en cuanto a componentes e interacciones; la sostenibilidad económica implica la producción en una rentabilidad razonable y estable a través del tiempo, lo cual haga atractivo continuar con dicho manejo y el sostén social aspira a que la forma de manejo permita a la organización social un grado aceptable de satisfacción de sus necesidades, para que las familias del campo tengan una vida digna. Sin embargo, actualmente la sostenibilidad cada día se erosiona en los sistemas de producción, siendo los recursos hídricos los más afectados por la tecnología de altos insumos.

Actualmente se expresa los resultados de la falta de gestión de recursos hídricos a nivel de subregiones del planeta tierra, donde lastimosamente los países en desarrollo sufren este fenómeno antropogénico. Desde esta perspectiva, la importancia del agua y la alarmante escasez se ha dado a conocer en varios estudios. En 1993, el investigador John Anthony Allan, del King's College de Londres, desarrolló el concepto de "Agua Virtual", para definir el volumen de agua necesaria para elaborar un producto o para facilitar un servicio. Para el 2002, Arjen Hoekstra acuñó el término de "Huella hídrica" para obtener un indicador que relacionara el agua con el consumo de la población. En este sentido, para medir el volumen total de agua utilizada por los habitantes de una determinada región o cuenca hidrográfica, se desarrolló el índice “Huella Hídrica”. Éste se define como el “*volumen total de agua utilizada para producir los bienes y servicios consumidos por un individuo, por un grupo de personas o por un país,*

respectivamente" (Chapagain y Hoekstra, 2004, Hoekstra, 2003). Por su parte, Chapagain y Orr (2009) consideran que la Huella hídrica es la expresión del contenido de Agua Virtual y que permite evaluar dónde se origina el agua y se producen los bienes y servicios. Además, sirve para poner de manifiesto la idoneidad de una región productora para exportar agua. Así también se consideran en el uso de los recursos hídricos los conceptos de agua "azul", como el volumen de agua superficial o subterránea evaporada o incorporada en el producto (retirada para el riego: los ríos, lagos y acuíferos); como "verde" el volumen de agua de lluvia evaporada o incorporada en el producto (precipitación) (utilizada en la agricultura y el regadío de los ecosistemas terrestres no agrícolas) y la "gris" volumen de agua contaminada y la requerida para tratar los afluentes contaminados.

La Huella hídrica también es útil para cuantificar y evaluar los flujos de Agua Virtual, de las importaciones y de las exportaciones (Hoekstra y Chapagain, 2007). Por tanto, la Huella está compuesta de dos partes: la Huella hídrica interna cuando se considera el agua procedente de los recursos hídricos endógenos de una región, y la Huella hídrica externa cuando se toma en cuenta la cantidad de agua necesaria para desarrollar los productos o servicios consumidos en una región, cuando éstos han sido producidos en el exterior (HISPAGUA, 2006). Hanasaki *et al*. (2010) consideran que el concepto "Agua Virtual" es un complemento útil para el análisis de los recursos hídricos, de su disponibilidad y de su uso en una región determinada. Además, en varios estudios realizados (Allan, 2003; Hoekstra y Hung, 2002; Yang y Zehnder, 2002) destacan la importancia de este índice para alcanzar la seguridad hídrica y alimentaria de las regiones áridas y semiáridas (Rodríguez-Casado *et al*., 2009).

El estudio de la Huella hídrica a niveles geográficos inferiores y específicos permite conocer exactamente cuánta agua, y en qué condiciones, se utiliza de los sistemas de las reservas locales, y cuánta agua sería necesaria para contrarrestar las corrientes contaminadas (Chapagain y Orr, 2009). Más importante aún, podemos ver de dónde procede el agua en el ciclo hidrológico, a la vez que se relacionan con los productos comercializados y con las zonas de producción. Así mismo, Velásquez (2009), considera que la potencialidad del concepto de Agua Virtual, más allá de la aplicación agrícola de requerimiento hídrico del cultivo, se basa en dos factores: 1) En la información proporcionada de los requerimientos de agua de todos los bienes y servicios, permitiendo cuantificar la cantidad de agua necesaria para producir una cantidad de un determinado producto y 2) En que puede ser relacionada con el comercio (alcanzando todo su potencial), permitiendo analizar la información de los flujos de Agua Virtual entre regiones. Mediante estos métodos es más factible conocer cuánta agua es necesaria para la producción agrícola e industrial y cómo evitar el consumo excesivo y mal uso de la misma.

Vale la pena anotar que en el periodo 1995-1999, en el mercado internacional se comercializaron 1, 031 km^3 de agua virtual al año (Hoekstra y Chapagain, 2006). La diferencia entre importaciones y exportaciones se define como Agua Virtual Importada Neta (AVIN) y es la medida final de la situación de un país ante esta forma técnico-económica de negociar con el agua. Considerando a la agricultura y ganadería, como las actividades antropogénicas que más recursos hídricos exigen por unidad de producción; alrededor de un 70 % del agua extraída en el mundo se emplea en la agricultura; en algunas regiones esta cifra supera el 80 %, como son los casos de las zonas áridas y semiáridas del suroeste de Estados Unidos de América y noroeste de México, donde el uso consuntivo superan el 50 % de la disponibilidad del agua, por lo que se considera que los recursos hídricos están sujeto a fuerte presión.

Cuando más del 75 % del caudal de los ríos se desvía con fines agrícolas, industriales y municipales, simplemente no hay agua suficiente para atender las demandas humanas y las necesidades del caudal ambiental. Para el caso de México, el 77 % del agua que se utiliza es para uso agrícola, principalmente para el riego de cerca de 6 millones de hectáreas, con lo que es el país ocupa el sexto lugar a nivel mundial por superficie con sistema de riego. Aproximadamente el 37 % del agua que se utiliza en el país proviene del subsuelo. Sin embargo, un bajo porcentaje de agua procedente de la lluvia se gestiona o se retiene a través de tecnología de conservación y retención de agua, fuentes únicas que recargan los mantos acuíferos, esto demuestra que actualmente 104 de las 653 unidades hidrogeológicas que las que se dividió México se encuentran sobreexplotadas.

Los requerimientos hídricos cada vez son más escasos, esto debido al crecimiento poblacional, la falta de gestión y educación ambiental; como una breve reseña, cada mexicano emplea del orden de 289 litros de agua diarios de abastecimiento público, valor muy inferior a lo que se emplea en Canadá y Estados Unidos de América, aun así, gran parte de esta agua (del orden del 40 % se pierde en fugas en las redes de abastecimiento de agua). Ante esta situación, frecuentemente se plantea las preguntas: ¿existe suficiente agua para satisfacer esa creciente demanda en casi todo el mundo?, ¿la crisis del agua es un mito o una realidad? (Rogers *et al.,* 2006).

Ante estas interrogantes, la crisis del agua es una realidad, la cual debemos de enfrentar con educación y gestión de recursos hídricos; porque para muchas regiones de Latinoamérica el valor adquisitivo de un litro de agua ($MX 12.00) está por encima del valor de un litro de gasolina ($MX 11.30) y de la leche (($MX 5); es por lo tanto sensato, que los países que sufren escases de agua importen alimentos básicos y usen sus propios recursos, que son limitados para producir bienes y servicios con menos requerimientos hídricos y mayor rentabilidad.

Cada producto, además del agua que lleva incorporada (por ejemplo una naranja), requirió de un volumen mucho mayor de agua en su proceso de producción. Esa es la llamada Huella **hídrica** que el producto o servicio deja en su país de origen y que corresponde a una transferencia **virtual de agua**, desde un país 'exportador' a un país 'importador' del producto (Cuadro 1).

La finalidad en el desarrollo de estos conceptos es tratar de concientizar a los productores y consumidores de la alarmante amenaza de la crisis hídrica global, entendiendo y racionalizando el uso de los cada vez más limitados recursos hídricos a escala global (Velásquez, 2008) y muy particularmente a nivel regional y local.

Cuadro 1. Promedio de agua virtual contenido en algunos productos agrícola y pecuarios

Producto	**Agua Virtual (litros)**	**Producto**	**Agua virtual (litros)**
1 vaso de cerveza (250 ml)	75	1 vaso de leche (200 ml)	200
1 taza de café (125 ml)	140	1 taza de té (250 ml)	35
1 rebanada de pan (30 g)	40	1 rebanada de pan (30 g) con queso	90
1 papa (100 g)	25	(10 g)	70
1 playera de algodón (250 g)	2 000	1 manzana (100 g)	10
1 copa de vino (125 ml)	120	1 hoja de papel A4 (80 g/m2)	190
1 vaso de jugo de naranja (200	170	1 vaso de jugo de manzana	185
ml)	135	1 bolsa de papas fritas (200 g)	2400
1 huevo (40 g)	13	1 hamburguesa (150 g)	50
1 jitomate (70 g)	8 000	1 naranja (100 g9	32
1 par de zapatos (piel bovina)		1 microchip (2 g)	

Fuente: Hoekstra y Chapagain, 2006.

Según estadísticas mundiales, cada ser humano utiliza en promedio 1, 240 m^3 de agua por año; sin embargo, las diferencias son muy grandes según los países. La Huella hídrica más baja en el mundo corresponde a China, con 700 m^3 al año per cápita y le siguen Sudáfrica e India con 931 y 980 m^3 respectivamente. En contraste, la Huella hídrica de Estados Unidos es la más grande del mundo, con 2, 483 m^3 al año per cápita, seguido de España y Canadá con 2, 325 y 2, 049 m^3. Por su parte, la Huella hídrica de México es de 1, 441 m^3 por año, cantidad que se

encuentra por encima del promedio de agua necesaria per cápita. En cuanto al comercio de esta agua virtual, en el 2008 México exportó 6, 961 millones de metros cúbicos e importó 34,601, de los cuales el 53.2 % corresponde a productos agrícolas, el 38.4% a productos animales y el 8.4% a productos industriales. Los productos agrícolas con mayor volumen de agua que se exportan e importan son los cereales, las frutas y frutos comestibles y las carnes. Se puede reducir el consumo de agua virtual si hay un intercambio de productos entre países con alta productividad y países de baja productividad. Por ejemplo, México importa maíz y trigo de los Estados Unidos, lo cual requiere 7.1 miles de millones de metros cúbicos de agua al año, pero si se produjeran en México se gastarían 15.6 miles de millones de metros cúbicos.

BIBLIOGRAFÍA

Allan, J. A. (2003). Virtual water eliminates water wars? A case study from the Middle East. En: A.Y. Hoekstra (ed.), Virtual Water Trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade. Water Research Series, No.12. UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.

Chapagain, A. K., Hoekstra, A. Y. (2003). Virtual water flows between nations in relation to trade in livestock and livestock products. En: Value of Water Research Report Series No. 13. UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.

Chapagain, A. K., Hoekstra, A. Y. (2004). Water footprints of nations. Value of Water

Chapagain, A. K., Orr, S. (2009). An improved water footprint methodology linking global consumption to local water resources: A case of Spanish tomatoes, Journal of Environmental Management, 90: 1219-1228.

Hanasaki, N., Inuzuka, T., Kanae, S., Oki, T. (2010). An estimation of global virtual water flow and sources of water withdrawal for major crops and livestock product using a global hydrological model. Journal of Hydrology, 384: 232-244.

HISPAGUA – Sistema Español de Información sobre el Agua. 2006. Huella hídrica de las Naciones. Disponible en: Uhttp://hispagua.cedex.es/documentacion/especiales/especial_Huella_hidrica/introduccion.htmU

Hoekstra, A. Y. (2003). Virtual Water. An Introduction. Virtual Water Trade. Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade. Values of Water Research Report Series nº 12. IHE, Delft, Holanda.

Hoekstra, A. Y. (2006). The global dimension of water governance: Nine reasons for global arrangements in order to cope with local water problems. Value of Water Research Report Series Nº 20. Delft, the Netherlands

Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K. (2007). Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern. Water Resour Manage, 21:35-48.

Hoekstra, A. Y., Hung, P. Q. (2002). Virtual water trade: a quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. In: Value of Water Research Report Series No. 11. UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands. Research. Report Series No. 16. UNESCO-IHE. Delft, the Netherlands.

Rodríguez-Casado, R., Novo, P., Garrido, A. (2009). La Huella hídrica de la ganadería española. Papeles de Agua Virtual 4. Fundación Marcelino Botín

Rogers, P., Llamas, R. y Martínez, L. Water Crsis: mith or reality? London: Taylor and Francis Balkema. 2006.

Southern Mediterranean Countries. World Development, 30: 1413-1430.

Velásquez, E. (2009). Agua virtual, Huella hídrica y el binomio agua-energía: repensando los conceptos. Boletín Especial ECODES: Agua: Hitos y Retos 2009. Marzo de 2009.

Yang, H., Zehnder, A.J.B. (2002). Water Scarcity and Food Import: A Case Study for Southern Mediterranean Countries. World Development, 30: 1413-1430.

SECCIÓN

DE

CARTELES

RESPUESTA DE LA SOYA A LA SIMBIOSIS POR *Bradyrhizobium japonicum* Y *Rhizophagus intraradices* EN CONDICIONES SEMIÁRIDAS DEL NORTE DE TAMAULIPAS

Arturo Díaz Franco y Agustín Magallanes Estala*

Campo Experimental Río Bravo, INIFAP. Carr. Matamoros-Reynosa km 61, Río Bravo, Tam., C.P. 88900.
*magallanes.agustin@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La soya (*Glycine max*) como leguminosa, es dependiente de la fijación biológica del nitrógeno atmosférico mediante bacterias simbióticas, esta característica ha hecho posible que la inoculación de semilla con *Bradyrhizobium* spp. sea considerada una práctica alterna para suplir el uso de fertilizantes inorgánicos en el cultivo (Cassán *et al*., 2009; Zilli *et al*., 2009). Por otro lado, los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) manifiestan diferentes actividades simbióticas que inducen una mayor nutrición, crecimiento y sanidad a las plantas (Boomsma y Vyn, 2008; Liu *et al*., 2000; Smith y Read, 2008). Particularmente en soya, se ha observado una mejor respuesta con la interacción de la simbiosis tripartita, *Bradyrhizobium* spp., HMA y planta (Antunes *et al*., 2006; Babalola *et al*., 2009). El presente trabajo se realizó con el objetivo de determinar la respuesta de soya a la inoculación de semilla con *Bradyrhizobium japonicum* y *Rhizophagus intraradices* en campo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los estudios se desarrollaron durante 2012 en el Campo Experimental Río Bravo, INIFAP, Río Bravo, Tam. (25º 57' N, 98º 01' O; 25 msnm), área semiárida (subtropical). Las propiedades de los suelos vertisoles en presiembra se describen en el Cuadro 1. La variedad de soya utilizada fue 'Vernal', de uso común en la región.

Experimento en campo. En suelo no fertilizado (Cuadro 1) se evaluó la respuesta de la soya a los inoculantes Cell-Tech^{R} [*Bradyrhizobium japonicum* (CT)] y Micorriza INIFAP [*Rhizophagus intraradices* (MI)]. La siembra fue con humedad residual el 21 de marzo de 2012 con 45 kg ha^{-1} de semilla. Los tratamientos consistieron en: 1) CT, a dosis de 75 mL en 27 kg de semilla; 2) MI, 2 kg en 45 kg de semilla, mezcla hecha con 120 mL de carboximetil celulosa como adherente y 1.2 L de agua; 3) Inoculación dual de CT + MI, mismas dosis; 4) CT + MI, mismas dosis, más la adición de 18 kg ha^{-1} de N y 46 kg ha^{-1} de P, cuyas fuentes fueron urea y superfosfato de calcio, respectivamente, compuestos incorporados lateralmente en el surco al momento de la siembra; 5) testigo absoluto. Las parcelas consistieron de cuatro surcos (0.81 m) y 4 m de longitud, las

cuales se repitieron cinco veces en un diseño en bloques completos al azar. Para el manejo de los riegos y de otras prácticas agronómicas se siguieron las indicaciones locales (CERIB, 2011). En estado de floración al 50% (R2) se midió el índice SPAD de clorofila en el tercio superior de la planta; además, en seis plantas por parcela se cuantificó el número de nódulos por planta. En madurez (R8) también en seis plantas se estimó la biomasa seca, el número de vainas y el peso de grano por planta. El rendimiento de grano, ajustado a 14% de humedad, fue obtenido de los surcos centrales. Los datos se sometieron a análisis de varianza y la separación de medias fue con Tukey ($p \leq 0.05$), también se hicieron algunas correlaciones y regresiones entre variables.

Estudio de validación. Para este estudio se manejó la soya de manera semicomercial en terrenos del Campo Experimental Río Bravo (Cuadro 1). La siembra se estableció el 24 de julio de 2012, con riego de presiembra y se utilizó una sembradora de precisión Max Emerg^{R}, la cual se ajustó a una densidad de 22 semillas por metro. Los tratamientos evaluados fueron: 1) CT, a dosis de 75 mL en 27 kg de semilla; 2) MI, 2 kg en 45 kg de semilla, mezcla hecha con 120 mL de carboximetil celulosa como adherente y 1.2 L de agua; 3) inoculación simultánea CT + MI, mismas dosis; y 4) testigo absoluto. Estos tratamientos se sometieron en dos condiciones de fertilización inorgánica: Fertilizado (18 kg ha^{-1} de N y 46 kg ha^{-1} de P) y no fertilizado. El fertilizante se aplicó en forma líquida y en banda al suelo, 20 días después de la siembra. Cada tratamiento se sembró en franjas de tres surcos de 150 m de longitud.

Cuadro 1. Características químicas y físicas de los suelos utilizados en los estudios.

Estudio	pH	MO (%)	CE (dS cm^{-1})	N (mg kg^{-1})	P (mg kg^{-1})	K (mg kg^{-1})	Textura
Experimento	7.9	1.7	1.1	11.5	15.0	897	Migajón-arcilloso
Validación	7.7	1.8	0.9	10.4	17.0	807	Arcillo-arenoso

El manejo agronómico del cultivo fue con base a las recomendaciones locales (CERIB, 2011). La estimación del promedio de rendimiento de grano fue en estado madurez (R8), la cual se hizo mediante muestreo de seis subparcelas de 5 m que se trillaron y el grano se ajustó a 14% de humedad. Los rendimientos obtenidos se analizaron mediante las comparaciones de los tratamientos (t-student, $p \leq 0.05$). Con el rendimiento logrado se obtuvo la rentabilidad de los

tratamientos mediante relación beneficio-costo, considerando el fertilizante ($1150) y aplicación ($160), $1,310.00 ha^{-1}; MI, $280.00 ha^{-1}; CT, $190.00 ha^{-1}; precio ($6,161.25 t^{-1}) y estímulo de producción ($1500 t^{-1}), $7661.25 ha^{-1}.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimento en campo. Los tratamientos evaluados afectaron significativamente las variables de la soya. La inoculación combinada de CT + MI y la fertilización con 18-46-00, registró el valor más alto en el índice SPAD de clorofila. Si bien, en todos los tratamientos que llevaron CT (*B. japonicum*) fue donde se observaron mayor número de nódulos por planta, destacó la combinación de CT + MI, que fue superior al resto de los tratamientos. Este fenómeno, aunque no tiene una clara explicación, también ha sido reportado en otros estudios con soya en campo (Babalola *et al*., 2009; Jalalunddin, 2005; Meghvansi y Mahna, 2009). La mayor biomasa, el número de vainas, el peso de grano por planta, así como el rendimiento de grano se obtuvieron con las combinaciones de CT + MI, y CT + MI + 18-46-00; fue evidente que la fertilización química no potencializó la productividad de la soya (Cuadro 2). Estos resultados son coincidentes a los obtenidos por Hernández y Cuevas (2003), Meghvansi y Mahna (2009) y Cobrera y Nápoles (2011), quienes concluyen que existe una interacción sinérgica a través de la inoculación dual *Bradyrhizobium* spp. y HMA, la cual incrementa los valores de los componentes de rendimiento y el rendimiento de grano de soya, comparados con la inoculación individual de los simbiontes. Lo anterior puede obedecer, entre otros factores, a que las plantas de soya coinoculadas muestran mayor contenido foliar de N, P y K, que las plantas inoculadas con un solo organismo (Cobrera y Nápoles, 2011; Babalola *et al*., 2009); estos efectos se unen para proporcionar a la planta coinoculada una mayor nutrición, que también tiene efecto importante en los componentes de rendimiento y en la producción de grano.

Excepto el número de nódulos, las demás variables correlacionaron positivamente ($r \geq 0.97^{**}$), se destacó que aun cuando el índice SPAD fue tomado en estado de floración, mantuvo una estrecha asociación con el número de vainas y el rendimiento de grano (Figura 1), por lo que se le considera un indicador del estatus nutrimental y sanitario de la planta. De forma similar, Díaz *et al*. (2008) correlacionaron ($r=0.93$) el índice SPAD en floración con el rendimiento de grano de maíz.

Validación. Los resultados demostraron que la fertilización inorgánica en general no tuvo impacto en la producción y rentabilidad de la soya (Cuadro 3). Esta dosis de fertilizante ha sido recomendada en regiones productoras de soya (CERIB, 2011; Maldonado *et al*., 2006) y

utilizada por los productores particularmente en condiciones de riego. Algunos autores señalan que los resultados de la fertilización inorgánica en soya han mostrado inconsistencias, inclusive en muchos casos la práctica no es económica (Adesemoye and Kloepper, 2009; Salvagiotti *et al*., 2008; Wood *et al*., 1993). De la misma manera, la interacción entre la fertilización inorgánica y los inoculantes no contribuyó a optimizar la productividad de la soya (Cuadro 3). Al respecto, Salvagiotti *et al*. (2008) indicaron que son necesarios estudios que incluyan los requerimientos nutricionales de la soya asociados a cepas específicas de rizobacterias simbióticas, para incrementar el potencial de rendimiento.

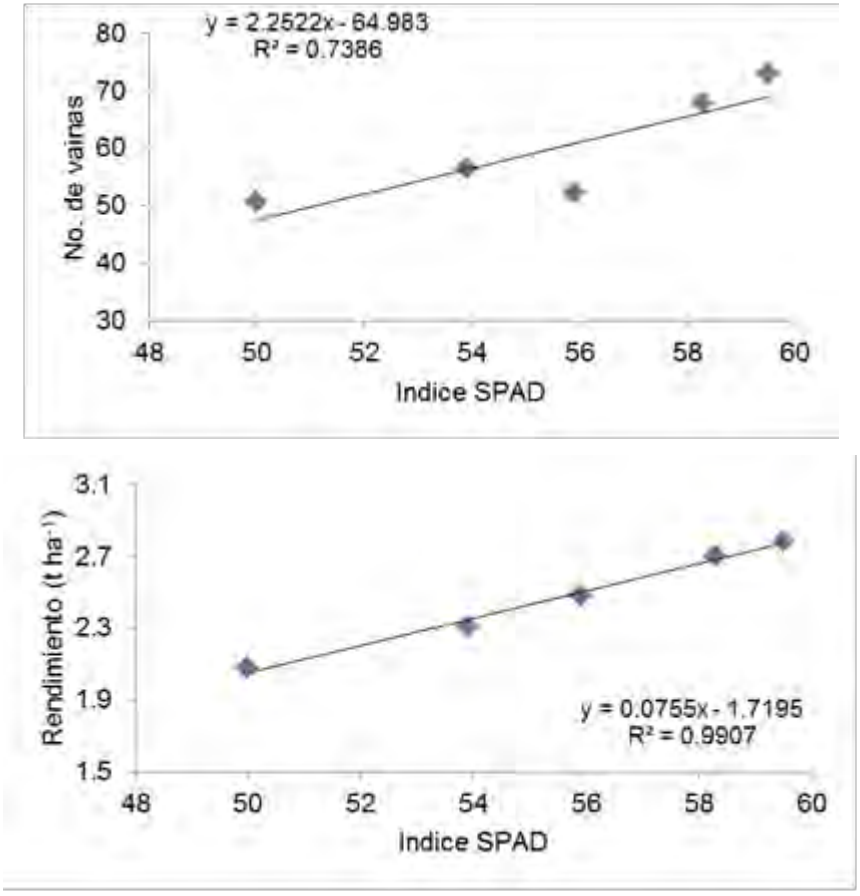


Figura 1. Relación entre en número de vainas (arriba) y el rendimiento de grano (abajo) de soya 'Vernal' y lecturas SPAD en estado de floración (R2).

Cuadro 2. Respuesta de la soya 'Vernal' a la inoculación de Cell-Tech^R [*B. japonicum* (CT)] y Micorriza INIFAP [*R. intraradices* (MI)] en campo.

Tratamiento	Índice SPAD	Planta				Rendimiento (kg ha^{-1})
		Número de nódulos	Biomasa seca (g)	Número de vainas	Peso de grano (g)	
CT+MI+ 18-46-00	59.5a*	29 c	47.3 a	73.0 a	15.5 a	2782 a
CT+MI	58.3 ab	89 a	45.6 a	67.9 ab	14.3 a	2699 a
CT	53.9 c	61 b	38.5 bc	56.4 b	12.2 b	2311 b
MI	55.9 bc	5 d	41.2 ab	52.3 b	12.6 b	2477 b
Testigo	50.0 d	0 d	34.1 c	50.7 c	9.8 c	2080 c
P>F	*0.001*	*0.001*	*0.006*	*0.004*	*0.04*	*0.008*

*Valores unidos con la misma son semejantes (Tukey, 0.05).

Cuadro 3. Rendimiento obtenido en el estudio de validación y análisis económico de los tratamientos.

Fertilizante	Inoculante	Rendimiento (t ha^{-1})	Costos de producción ($ ha^{-1})	Ingreso bruto ($ ha^{-1})	Ingreso neto ($ ha^{-1})	B/C
18-46-00	CT	1.88 b*	10,490	14,403.15	3,913.15	1.37
	MI	1.90 b	10,580	14,556.38	3,976.38	1.38
	CT + MI	2.25 a	10,770	17,237.81	6,467.81	1.60
	Testigo	1.68 cd	10,300	12,870.90	2,570.90	1.25
00-00-00	CT	1.86 bc	9,180	14,249.93	5,069.93	1.55
	MI	1.85 bc	9,270	14,173.31	4,903.31	1.53
	CT + MI	2.22 a	9,460	17,007.98	7,547.98	1.80
	Testigo	1.49 d	8,990	11,185.43	2,195.43	1.26

CT y MI, Cell-Tech^R y Micorriza INIFAP, respectivamente.
*Valores unidos con la misma son semejantes mediante t-student ($p \leq 0.05$).

Los mejores rendimientos se registraron con la coinoculación CT + MI, donde se alcanzaron los mayores valores en el beneficio-costo (B/C) de la producción (Cuadro 3). Estos resultados son coincidentes y confirman a los obtenidos experimentalmente. Se demuestra que el efecto sinérgico de la inoculación en semilla con CT + MI en soya 'Vernal', incrementó el rendimiento y la rentabilidad de la producción.

CONCLUSIONES

La mayor biomasa, número de vainas, peso de grano por planta y rendimiento de grano, se obtuvieron con la coinoculación de CT + MI en suelo con o sin fertilización inorgánica (18-40-00). De manera equivalente, los resultados de validación indicaron que los mayores rendimientos se registraron con la coinoculación de CT + MI, con o sin la fertilización inorgánica. Aunque el análisis económico mostró que la mayor rentabilidad (b/c=1.80) de la producción de soya fue con la coinoculación en suelo no fertilizado.

Agradecimientos. Se agradece el financiamiento de la Fundación Produce Tamaulipas y el Patronato para la Investigación, Fomento y Sanidad Vegetal de Tamaulipas, a través de los proyectos Nº 363567454ª y Nº 3077149M respectivamente. También a Juan Olvera y Daniel Alvarado por el apoyo en las labores de campo.

BIBLIOGRAFÍA

Adesemoye A.O. and Kloepper J.W. 2009. Plant-microbes interactions in enhanced fertilizer-use efficiency. Appl. Microbiol. Biotechnol. 85:1-12.

Antunes P.M., Varennes A., Zhang T. and Goss M.J. 2006. The tripartite symbiosis formed by indigenous arbuscular mycorrhizal fungi, *Bradyrhizobium japonicum* and soya bean under field conditions. J. Agron. Crop Sci. 192:373-378.

Babalola O.A., Atayese M.O. and Soyoye T. 2009. Influence of *Bradyrhizobium* and two *Glomus* species on the growth and yield of soybean. J. Agr. Sci. Env. 9:79-95.

Boomsma, C.R., Vyn, J.T. 2008. Maize drought tolerance: Potential improvements through arbuscular mycorrhizal symbiosis? Field Crops Research 108:14-31

Cassán F., Perrig D., Sgroy V., Masciarelli O., Penna C. and Luna V. 2009. *Azospirillum brasilense* Az39 and *Bradyrhizobium japonicum* E109, inoculated singly or in combination, promote seed germination and early seedling growth in corn (*Zea mays*) and soybean (*Glycine max*). Soil Biol. 45:28-35.

CERIB. 2011. Paquetes tecnológicos de producción de cultivos. Centro de Investigación Regional Noreste. Campo Experimental Río Bravo, INIFAP. 40 p.

Corbera G.J. y Nápoles G.M. 2011. Inoculación conjunta *Bradyrhizobium elkanii*-hongos MA y la aplicación de un bioestimulador del crecimiento vegetal en soya. Cultivos Trop. 32:13-19.

Díaz F.A., Salinas G.J., Garza C.I. y Mayek P.N. 2008. Impacto de labranza e inoculación micorrízica arbuscular sobre la pudrición carbonosa y rendimiento de maíz en condiciones semiáridas. Rev. Fitotecnia Mex. 31:257-263.

Hernández M. and Cuavas F. 2003. The effect of inoculating with arbuscular mycorrhiza and *Bradyrhizobium* strains on soybean (*Glycine max*) crop development. Cultivos Trop. 24:19-21.

Jajajuddin M. 2005. Effect of inoculation with VAM-fungi and *Bradyrhizobium* on growth and yield of soybean. Pak. J. Bot. 37:169-173.

Maldonado M.N., Ascencio L.G., Ávila V.J. 2007. Guía para cultivar soya en el sur de Tamaulipas. Campo Experimental Sur de Tamaulipas, INIFAP. Folleto No. 2. 83 p.

Meghvansi M.K. and Mahna S.K. 2009. Evaluating the symbiotic potential of *Glomus intraradices* and *Bradyrhizobium japonicum* in vertisol with two soybean cultivars. Amer-Eurasinan J. Agr. 2: 21-25.

Liu, A., Hamel, C., Hamilton, R.I., Ma, B.L., Smith, D.L. 2000. Acquisition of Cu, Zn, Mn and Fe by mycorrhizal maize (*Zea mays*) grown in soil at different P and micronutrients levels. Mycorrhiza 9:331-336

Salvagiotti F., Cassman K.G., Specht J.E., Walters D.T., Weiss A. and Dobermann A. 2008. Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybens: A review. Field Crops Res. 108:1-13.

Smith, G.S., Read, D.J. 2008. Mycorrhizal Symbiosis. 3nd ed. Academic Press. London. 750 p.

Wood C.W., Torbert H.A. and Weaver D.B. 1993. Nitrogen fertilizer effects on soybean growth, yield and seed composition. J. Prod. Agric. 6:354-360.

Zilli J.E., Campo R.J., Hungria M. 2010. Eicácia da inoculacao de *Bradyrhizobium* em pre-semeadura da soja. Pesq. Agrop. Bras. 45:335-338.

DETERMINACION DE LA HUELLA HÍDRICA AZUL EN LOS CULTIVOS FORRAJEROS DEL DR-017, COMARCA LAGUNERA

José Luís Ríos Flores[1]*, Marco Antonio Torres Moreno[2], Miriam Torres Moreno[3], Rafael Castro Franco[1], Elizabeth Hernández Santiago[1], Lorenzo Salas Baez[1]

[1]Universidad Autónoma Chapingo - Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas., Bermejillo, Durango, C.P. 35230. E-mail: j.rf2005@hotmail.com (*Autor responsable). [2]Universidad Autónoma Chapingo – Colegio de Posgraduados - Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Campus Montecillo, Texcoco 56230, Estado de México. [3]SAGARPA, Delegación-Región Lagunera-Subdelegación de Planeación y Desarrollo Rural, Cd. Lerdo 35000, Dgo., México.

INTRODUCCIÓN

La huella hídrica, es un indicador del uso del agua que incluye tanto el uso de agua directo e indirecto de un producto. La huella hídrica es un indicador geográfica y temporalmente explicito que explica ¿cuándo? y ¿cómo? es que el agua se emplea. La evaluación de la huella hídrica es una herramienta de análisis, que sirve como apoyo en la toma de decisiones, ya que ayudara a comprender como un determinado producto se relaciona con la escasez del agua, además darán una pauta acerca de que se puede hacer para que los productos no contribuyan al uso insostenible del agua dulce (Mekonnen y Hoekstra, 2010). El cálculo es similar en productos agrícolas ó industriales. La huella hídrica de un producto se descompone en sus componentes verde, azul y gris. La huella hídrica azul se refiere al consumo de agua superficial y subterránea, entendiendo “consumo” como extracción destinada a la producción de determinado producto (Chapagain y Hoekstra, 2010). Dada la importancia de los forrajes para la industria lechera de la Comarca Lagunera, resulta imprescindible valorar como la producción forrajera se relaciona con la sustentabilidad del agua, por ello el objetivo de este trabajo fue la determinación de la productividad y la eficiencia del agua en la producción de forrajes como indicadores de la huella hídrica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fuentes de información

La fuente de datos es de carácter secundario, se emplearon cifras del Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria, ciclo 2011, de SAGARPA Delegación Comarca Lagunera, acerca de superficie cosechada, producción física anual, precio nominal, costo total por hectárea, número de jornales por hectárea y costo del Riego (que SAGARPA agrupa dentro del costo total por hectárea, junto con los costos de preparación del suelo, siembra y fertilización, labores de cultivo, fitosanidad, cosecha y diversos), al costo total por hectárea de SAGARPA se le agregaron dos componentes mas; el costo financiero, el cual fue de 6.02% del costo promedio

financiero que FIRA suele considerar en su página electrónica de Costos/hectárea, finalmente, y el de renta del suelo, el cual se fijó en $2,000, pues es este el promedio de costo de la renta de una hectárea en la región. La lámina de riego fue la más usual en región, reportada por el CENID-RASPA-INIFAP.

Variables evaluadas

Se evaluaron trece *variables* independientes en los cinco cultivos forrajeros evaluados:

1. Litros de agua usada en el riego necesarios para producir un Kg de producto (Y_1)
2. Gramos de producto físico producido por cada m^3 de agua usado en el riego (Y_2)
3. Litros de agua irrigados por cada $1 de Ingreso bruto generado (Y_3)
4. Ingreso generado por cada m^3 de agua usado en el riego (Y_4).
5. Utilidad bruta generada / m^3 de agua usada en el riego (Y_5)
6. Litros de agua irrigados por cada $1 de utilidad bruta generada (Y_6).
7. Utilidad bruta/m^3 obtenido por el productor/ Precio del m^3 que el productor pagó (Y_7).
8. Empleos generados por cada 100,000 m^3 de agua irrigada (Y_8).
9. Horas de trabajo invertidas por tonelada (Y_9).
10. Ganancia producida por trabajador a nivel regional (Y_{10}).
11. Ganancia por hora invertida de trabajo (Y_{11}).
12. Punto de equilibrio (ton/ha que mínimamente se deben producir para que el productor agrícola ni pierda ni gane) (Y_{12}).
13. Vulnerabilidad crediticia (Y_{13}), la cual es la división del rendimiento físico “RF” por hectárea, entre la variable Y_{12}, es decir Y_{13} = RF/ Y_{12}.

El estudio se delimitó geográficamente al Distrito de Riego 017 Comarca Lagunera, específicamente a los principales cinco forrajes: alfalfa, maíz forrajero, avena forrajera, sorgo forrajero y rye grass irrigados con agua “azul”, sin desagregar en sus tipos de tenencia: Ejido y Pequeña propiedad, la delimitación temporal fue el ciclo agrícola 2011. De acuerdo con Mekonnen y Hoekstra (2011) la definición del concepto de *productividad* como una razón de

cambio, es decir; un cociente, en cuyo numerador se coloca la cantidad de producto "Q" de tipo físico, económico o social, y en el denominador se coloca la cantidad de agua, es decir; la ecuación prototipo de productividad del agua sería la siguiente:

$$\text{Productividad} = \frac{cantidad\ de\ producto}{unidad\ de\ agua}$$

Por otro lado la *eficiencia* en el uso del agua se define como un cociente en el que en el numerador se consigna a la cantidad de agua que se emplea y en el denominador a la unidad de producto (físico, económico ó social), i. e. 3,050 litros / 1Kg, o 2,657 litros / $1 de ganancia. La ecuación general para los índices de eficiencia del uso del agua es igual a:

$$Eficiencia = \frac{cantidad\ de\ agua}{unidad\ de\ producto}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entorno macroeconómico de la eficiencia del uso del agua subterránea en el DR-017

En el año agrícola de 2011, los cultivos forrajeros de bombeo analizados en este estudio, se establecieron en 72,820 hectáreas, ocupando el 45% de las 160,190 ha cosechadas en ese año agrícola, asimismo, estos cultivos con un aporte de $1,786.4 millones de pesos contribuyendo con el 33% de todo el Valor Bruto de la Producción (VBP) agrícola regional, que ascendió en ese año a $5,492.33 millones de pesos. Cada año la superficie de forrajes de acuerdo con Cruz y Levine (1998), extrajeron anualmente del subsuelo 918.5 Millones de metros cúbicos (Mm^3) de agua entre 1992-1995, mientras entre 2001-2003, de acuerdo con García, Guzmán y Fortis (2006), la extracción anual rondaba los 1013.4 Mm^3. De acuerdo con nuestro análisis en 2011, la extracción de agua por parte de los cultivos analizados fue de 1,038.1 Mm^3 de agua subterránea, concentrando el 96% del agua subterránea extraída. Las anteriores cifras sugieren una notoria desproporción entre el uso de recursos y los logros obtenidos con el uso de tales recursos, ya que, al emplearse el 96% del agua subterránea con ello solo se logró producir *la tercera parte* del VBP agrícola, lo que demuestra que los forrajes están empleando mucho agua de la región y a cambio no solo generan 1/3 parte del VBP agrícola regional.

Analizando algunos parámetros relevantes se observa que en la avena forrajera los costos por hectárea fueron de $13,874.7/ha, el promedio forrajero fue de $16,804 de costo, el del grupo en su conjunto, el del maíz forrajero fue $17,633.2, seguido de la alfalfa, con $17,556.6. El rubro más importante que compone el costo total por hectárea, es sin duda el del Riego, ya que éste nos indica la proporción que del costo total corresponde al pago del agua usada en una hectárea. Se determinó que el costo del riego por hectárea de forraje fue el 30.9% del costo

total. Asimismo se determinó que en promedio, una hectárea de forraje, tiene un costo de $0.36/m^3, mientras que su precio, en el caso del cultivo de la alfalfa, tuvo un precio al productor de $0.38/m^3, $0.33/m^3 en el maíz forrajero, $0.32/m^3 en la avena forrajera, $0.33/m^3 en sorgo forrajero y $0.42/m^3 en rye grass. Este precio resulta sumamente bajo considerando que los forrajes emplean el 96% de toda el agua subterránea extraída para fines agrícolas, además de que si se considera que 1litro de agua para consumo humano oscila entre los $8 a $12, es decir, de $8,000/m^3 a $12,000/m^3, al agricultor se le esté "vendiendo" este escaso recurso al ínfimo precio de $0.38/m^3.

Eficiencia *física* del agua subterránea empleada en el riego de los forrajes en el DR017

Se determinó el forraje en promedio en La Laguna produjo 3.98 kg/m^3, mientras que el cultivo considerado como parámetro, la alfalfa de bombeo, se ubicó debajo de ese promedio con 3.79 kg/m^3, encontrándose que el sorgo forrajero, con 5.51 kg/m^3 fue 45.4% más productivo que la alfalfa en el uso del agua, seguido del maíz forrajero con 5.28 kg/m^3 (50.8% más productivo que la alfalfa), solo el avena forrajera y rye grass fueron los menos productivos que la alfalfa, con 2.42 y 3.44 kg/m^3. A nivel grupal, producir un kg de forraje, en promedio, demandó 252 litros de agua irrigada, determinándose que la alfalfa, consumió 264 litros / kg, siendo más eficientes en el uso del agua, los cultivos de sorgo 181litros /kg y maíz forrajero 190litros/kg, en el caso del maíz forrajero, lo que ubica al sorgo como el cultivo forrajero más eficiente en el uso del agua subterránea, pues consume 31.4% *menos* agua que la alfalfa por kilo producido, el maíz forrajero consume 28% *menos* agua que la alfalfa en ese sentido, mientras que los cultivos de avena forrajera y rye grass, fueron *más ineficientes* al utilizar 413 litros/kg y 290 litros/kg[1] respectivamente, fueron más ineficientes, en tanto consumieron 56.4% y 9.8% *más agua* que la alfalfa en la producción de un kg de forraje.

Eficiencia *económica* del agua subterránea empleada en el riego de forrajes del DR017

Se determinó que por cada metro cúbico de agua subterránea usado en el riego, los cultivos produjeron: $0.69 de ganancia en el caso del cultivo parámetro, la alfalfa, mientras que cualquier forraje en promedio, de acuerdo con el indicador a nivel de grupo, produjo $0.56 de utilidad, por lo qué, debe remarcarse que no correspondió a la alfalfa, ser el cultivo más productivo al usar el agua subterránea de riego, toda vez que ésta generó $0.69 de utilidad/m^3, el más productivo fue el maíz forrajero, ya que con la misma cantidad de agua que la alfalfa, 1m^3 produjo $0.94 de utilidad, es decir, fue 36.2% *más* productivo que la alfalfa en el uso económico del agua subterránea. La avena forrajera y el rye grass ó ballico, resultaron

altamente improductivos, ya que el uso de cada m^3, implicó generar $0.60 en avena y $0.89 en *rye grass*. Se encontró que para producir $1 de utilidad bruta implicó el consumo de 1,454 litros en el cultivo alfalfa de bombeo, mientras que ese mismo $1 de ganancia representó el gasto de 1,062 litros en maíz forrajero y 1,725 litros en sorgo forrajero. Sin embargo en el rye grass se emplearon 1,128 litros para obtener una ganancia negativa, y en la avena se emplearon 1,656 litros para perder lo que muestra que no solo perdieron sino que además utilizaron un recurso en este caso agua, que ya no se podrá recuperar.

Cuadro 1: Indicadores de eficiencia física (Y_1 y Y_2), económica (Y_3 a Y_6) y social (Y_7 a Y_{11}) del agua de riego de bombeo en los principales cultivos Forrajeros del Distrito de Riego (DR) 017 La Laguna. Cifras monetarias en pesos nominales de 2009

Variable	Alfalfa	Maíz forraje	Avena Forraje	Sorgo forraje	Rye grass	Grupo forrajero
Y_1	264	190	413	181	290	252
Y_2	3.79	5.28	2.42	5.51	3.44	3.98
Y_3	659	340	1032	396	971	561
Y_4	$1.52	$2.94	$0.97	$2.52	$1.03	$1.78
Y_5	$0.69	$0.94	-$0.60	$0.58	-$0.89	$0.56
Y_6	1,454	1,062	-1,656	1,725	-1,128	1,801
Y_7	1.80	2.82	-1.87	1.78	-2.12	1.52
Y_8	0.37	0.69	0.68	0.71	0.76	0.48
Y_9	2.22	3.03	6.44	2.98	5.06	2.28
Y_{10}	$188,363	$135,823	-$89,199	$81,265	-$117,347	$114,157
Y_{11}	$81.8	$59.0	-$38.7	$35.3	-$50.9	$61.3
Y_{12}	43.89	31.64	34.69	37.48	56.53	39.02
Y_{13}	1.83	1.47	0.62	1.30	0.54	1.45

Fuente: Elaboración propia, con base en cifras de la SAGARPA.

Eficiencia *social* del agua subterránea empleada en el riego de forrajes del DR017

Se determino que la cantidad de empleos generados por el uso de cada 100,000 metros cúbicos de agua irrigada, fue de 0.37 empleos en el alfalfa, mientras que el que más empleo generó con ese volumen de agua, fue el cultivo de rye grass, con 0.76 empleos/100,000 m^3, aun cuando en términos económicos resulto altamente ineficiente, en términos de generación de empleo fue el que mejor indicador mostró, pues produjo 2.05 veces más empleo que la alfalfa. El maíz forrajero generó 0.69 empleos / 100,000 m^3, es decir; 86.5% más que la alfalfa,

mientras que, la avena forrajera produjo 0.68, el sorgo 0.71 empleos colocándose como el segundo más eficiente. Se determinó que la vulnerabilidad crediticia del cultivo (Y_{13}), desde la perspectiva de cuantas veces cubre el rendimiento físico por hectárea al punto de equilibrio, en el caso de la alfalfa, el rendimiento físico por hectárea del cultivo, igual a 80.31 ton /ha, alcanzó a cubrir 1.83 veces las 43.89 ton/ha que tuvo como punto de equilibrio la alfalfa, lo cual señala que en ese cultivo, al otorgársele un crédito, la productividad física de la hectárea cubre casi el doble de lo mínimo requerido para no incurrir en pérdida, no así los cultivos de avena forrajera y rye grasss, que con 21.37 y 30.38 ton/ha respectivamente, alcanzaron a cubrir solamente el 62 y el 54% de sus respectivos puntos de equilibrio.

CONCLUSION

Se determinó que la huella hídrica azul del cultivo de alfalfa fue superior en relación a la obtenida por otros cultivos ya que la alfalfa empleo 678.2Mm^3 en el lapso analizado, por lo que cultivos como el maíz y sorgo forrajero, demostraron ser más ***productivos*** en términos físicos y más ***eficientes*** que la alfalfa en términos de producto físico logrado por unidad de volumen de agua subterránea usada en el riego. En términos de eficiencia económica el maíz forrajero, fue más ***productivo*** y ***eficiente*** que la alfalfa en el uso económico del agua subterránea en riego. Así mismo en cuanto a la eficiencia social resulto que el cultivo maíz forrajero, avena, sorgo y *rye grass* fueron más eficientes en la generación de empleos por unidad de volumen de agua azul empleada en el riego.

BIBLIOGRAFÍA

Chapagain, A. K. and Hoekstra, A. Y. 2010. 'The green, blue and grey water footprint of rice from both a production and consumption perspective', Value of Water Research Report Series No.40, UNESCO-IHE, Delft, Netherlands, www.waterfootprint.org/Reports/Report40-WaterFootprintRice.pdf

Cruz Alejandro y Levine Gilbert. 1998. El uso de las aguas subterráneas en el Distrito de Riego 017, Región Lagunera, México. IWMI, Serie Latinoamericana: No. 3. www.iwmi.cgiar.org/Publications/Latin_American_Series/pdf/3.pdf

FIRA. 2012. Sistema de elaboración de Costos Agropecuarios en su Modulo Agrícola de FIRA. www.fira.gob.mx

García-Salazar José, Guzmán-Soria Eugenio y Fortis-Hernández Manuel. 2006. Demanda y distribución del agua en La Comarca Lagunera, México. Agrociencia 40: 269-276.

Mekonnen, M. M. and Hoekstra, A. Y. 2010. 'A global and high-resolution assessment of the green, blue and grey water footprint of wheat', *Hydrology and Earth System Sciences* 14:1259–1276.

Mekonnen M. M. and A. Y. Hoekstra. 2011. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. Hidrology and Earth Systems Sciences 15:1577-1600.

SAGARPA. 2011. Anuarios Estadísticos de la Producción Agropecuaria. Región Lagunera Coahuila-Durango, Cd. Lerdo, Dgo., México.

PRODUCTIVIDAD FÍSICA, ECONÓMICA Y SOCIAL DEL AGUA SUBTERRÁNEA PARA RIEGO EN MAÍZ GRANO EN LOS DR-017, COMARCA LAGUNERA Y EL DDR-008, CHIHUAHUA, CHIHUAHUA

José Luís Ríos Flores[1]*, Marco Antonio Torres Moreno[2], Wilfrido Barraza Carrillo[1], José Ruiz Torres[1], Miriam Torres Moreno[3]

[1]Universidad Autónoma Chapingo - Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas., Bermejillo, Durango, C.P. 35230. E-mail: j.rf2005@hotmail.com (*Autor responsable). [2]Universidad Autónoma Chapingo – Colegio de Posgraduados - Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Campus Montecillo, Texcoco 56230, Estado de México. [3]SAGARPA, Delegación-Región Lagunera-Subdelegación de Planeación y Desarrollo Rural, Cd. Lerdo 35000, Dgo., México.

INTRODUCCIÓN

Hoy día el maíz es el segundo cultivo del mundo por su producción, después del trigo, mientras que el arroz ocupa el tercer lugar. El maíz es de gran importancia económica a nivel mundial ya sea como alimento para consumo humano, ó como alimento para ganado y como insumo de productos industriales. En este sentido, la FAO (2001) estimó que la demanda de maíz aumentará de 165 millones de toneladas actuales a casi 400 millones en 2030, o sea un aumento del 240%, lo que significara que para producir esos 295 millones de toneladas adicionales se deberá aumentar el área cultivada y la producción, es decir; se deberá incrementar la productividad del cultivo. Dado que la producción de alimentos y el uso del agua son dos procesos estrechamente vinculados. A medida que la competencia por el agua se intensifica en todo el mundo, el agua en la producción de alimentos debe ser utilizada de manera más eficiente (Pasquale, Hsiao y Federes, 2007). El concepto de la productividad del agua fue establecido por Kijne *et al.,* (2003) como una medida sólida para determinar la capacidad de los sistemas agrícolas de convertir el agua en alimento. La determinación de la productividad se utiliza como una herramienta de diagnóstico para saber si el uso del agua es alto o bajo en los sistemas agrícolas; además, proporciona una visión sólida para la determinación de las opciones de redistribución de agua en las cuencas cuyo objetivo sea el incremento de la productividad del agua. Lo que permitirá hacer juicios acerca de qué alternativas existen para resolver los problemas de la productividad del agua, acerca de si una región es o no eficiente en la producción agrícola. Por ello el objetivo de este trabajo fue la determinación de la productividad física, monetaria y social del fríjol en el DDR008 Chihuahua, Chihuahua y en el Distrito de Riego – 017, Comarca Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fuentes de información

Para el Distrito de Riego (DR) 017 de La Comarca Lagunera se utilizaron los datos de superficie cosechada, producción física anual, Valor Bruto de la Producción (VBP), rendimiento físico por hectárea, precios nominales, costos por hectárea y número de jornales por hectárea reportados por los Anuarios Estadísticos de la Producción Agropecuaria de SAGARPA, Delegación La Laguna, Ciudad Lerdo, Durango, México, y para el Distrito de Desarrollo, Chihuahua, Chihuahua, se utilizaron como fuentes a SIAP (2012) (para superficie cosechada, producción física, rendimiento físico por hectárea y precio) y a FIRA (Costo por hectárea y número de jornales por hectárea), obtenidos a través del Sistema de elaboración de Costos Agropecuarios en su Modulo Agrícola de FIRA (2012). Las láminas de riego usuales para el productor regional, fueron las indicadas por el INIFAP.

Metodología utilizada

Se utilizó metodología lógica económico-matemática, cristalizada en modelos matemáticos que describen cada una de las formas de productividad del uso del agua, con sustento en la metodología usada por Ferguson y Gould (1987) y Astori (1984). A través de las cuales se analizaron 12 variables independientes para el cultivo de maíz grano irrigado por bombeo en el DR017, Comarca Lagunera y en el DDR008, Chihuahua, Chihuahua, para el año 2012.

Y_1.- Litros de agua usada en el riego necesario para producir un kilogramo de producto

Y_2.-Gramos de producto físico producido por cada m^3 de agua usado en el riego

Y_3.-Litros de agua irrigados por cada $1 de Ingreso bruto generado

Y_4.-Ingreso generado por cada m^3 de agua usado en el riego

Y_5.-Utilidad bruta generada por cada metro cúbico de agua usada en el riego

Y_6.-Litros de agua irrigados por cada $1 de utilidad bruta generada

Y_7.-Utilidad bruta/m^3 obtenido por el productor/ Precio del m^3 de agua que el productor pagó

Y_8.-Empleos generados por cada 100,000 m^3 de agua irrigada

Y_9.-Horas de trabajo invertidas por tonelada

Y_{10}.-Ganancia producida por trabajador a nivel regional

Y_{11}.-Ganancia por hora invertida de trabajo

Y_{12}.-Punto de equilibrio (ton/ha que mínimamente se deben producir para que el productor agrícola ni pierda ni gane)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entorno macroeconómico de eficiencia del agua en maíz grano en DR017 y DDR-008

La superficie cosechada de maíz grano irrigado por bombeo en el DR-017 y el DDR-008 fue de 84.1 ha en el DR-017 y 950 ha en el DDR-008, con volúmenes de producción de 242 y 6,175 ton/año respectivamente, los rendimientos fueron 2.86 y 6.50 ton/ha respectivamente. En 2012, la estructura de precios/ton y costos/ha, originó que la ganancia/ha en el cultivo fuese $11,552/ha en Chihuahua, mientras que en el DR-017 significó una pérdida de $5,340.18/ha, causando con ello que la Relación Beneficio-Costo fuese del orden de 1.56 en Chihuahua, y de 0.65 en el DR-017. La proporción entre la cantidad de jornales invertidos por hectárea en maíz grano en las regiones geográficas analizadas, fueron muy diferentes, ya que, mientras que en el DR-017 se necesitaron 22.59 jornales/hectárea, en Chihuahua bastaron 7.54 jornales/hectárea. Lo anterior provocó que la cantidad de toneladas producidas por jornada de trabajo fuera dispar, toda vez que en el DR-017 se obtuvieron 127 kg/jornada, mientras en Chihuahua se obtuvieron 862kg/jornada de trabajo, lo que indica que la jornada de trabajo, en el maíz grano de Chihuahua, fue 579% más productiva respecto del DR017. Respecto del costo/ton se observa que fue de $5,383.8 en el DR-017 y de $3,197.1 en el maíz grano producido en Chihuahua, ocasionando a su vez con ello, que el DDR-008, Chihuahua, tuviera una notoria ventaja comparativa respecto del maíz grano producido en el DR-017, es decir; el maíz grano del DDR008 fue 69% más barato que el de La Comarca lagunera.

La cantidad de agua utilizada en el riego por bombeo en ambos cultivos resulta muy dispar: 0.60 millones de metros cúbicos en el maíz grano del DR-017 y 6.71 millones de metros cúbicos en el caso del maíz grano de Chihuahua, ello es perfectamente explicable dada la diferencia entre las superficies cosechadas; esa diferencia en las superficies cosechadas influyó también para que la masa de ganancia monetaria en la región, fuese diferente $11 millones de pesos en Chihuahua y una pérdida de $0.4515 millones de pesos en el maíz grano del DR-017, por otro lado todo esto afecto la demanda de mano de obra, ya que en el maíz grano producido en el DDR-008, se crearon 7,163 jornales al año (equivalente al trabajo de 25 personas en un año), mientras que en el DR-017, las 84.5 ha cosechadas crearon empleo solamente para 7 personas (igual a 1,909 jornales/año). Respecto del costo/ha se observó que fue igual a $15,418.6, fue inferior a los $20,781.1 en Chihuahua, asimismo, de ese costo total, el rubro de riego fue muy diferente en ambas áreas de estudio, aún cuando el cultivo analizado es el mismo: $2,837 en el DR-017, y $5,763 en el DDR-008, por otro lado, el costo por concepto de siembra y fertilización fue de $3,380 en el DR-017, mientras que en el DDR-008 fue de $8,106. El diferente costo del rubro de riego, se tradujo en un diferente costo por metro cúbico de agua pagado por el

productor: ¢1.40/m^3 en el maíz grano producido en el DR-017 y de ¢0.82/m^3 en el maíz grano producido en el DDR-008, Chihuahua, Chihuahua.

Eficiencia *física* del agua usada en el riego en maíz grano del DR-017 y DDR-008

Los indicadores de productividad al ser comparados entre sí, permiten determinar la eficiencia de determinado cultivo, en este caso el maíz irrigado por bombeo, usa el agua de riego. De esta forma, la variable Y_1 muestra que para producir una tonelada de maíz en el DR-017, Comarca Lagunera se demandaron 2.465 m^3 (2,465 litros) de agua irrigada, mientras que el producir un ese misma ton de maíz grano en el DDR-008, Chihuahua, requirió de 1,086 litros (Cuadro 1). Lo anterior permite establecer que en el DDR-008 se tuvo una mayor eficiencia en el uso del agua subterránea usada en el riego en maíz grano, toda vez que utilizó 56% menos agua de la que empleo el DR-017, para producir 1Kg de maíz, es decir; el DDR008 habría producido ese kilogramo mas 1.27 gramos de lo que produjo el DR017, empleando la misma cantidad de agua con la misma cantidad de agua usada en el DR-017 para producir un kilogramo de maíz grano, por lo que, el DDR-008 fue más eficiente en el uso del agua en términos físicos. Por otro lado la variable Y_2, indica que 1m^3 de agua en el DR-017 produjo 0.41 kilogramos de maíz grano, mientras que ese mismo metro cúbico de agua en el DDR-008, Chihuahua produciría 0.92 kilogramos de maíz grano.

Eficiencia *económica* del agua usada en el riego en maíz grano del DR-017 y DDR-008

En el cultivo de maíz grano en el DR-017, un metro cúbico de agua irrigada, de acuerdo a la variable Y_5 generó una pérdida de -$0.76 de ganancia/$m^3$, mientras que en el DDR-008, Chihuahua, ese mismo m^3 contribuyó con una ganancia de $1.64, lo cual implica que el maíz grano de Chihuahua fue más productivo, a diferencia del DR-017, que por su pérdida por metro cúbico devino en improductivo. La variable Y_6, señala que en el DR017 fueron necesarios 1,322 litros de agua para producir una ganancia "negativa" de $1, visto de otra forma, se tiraron 1,322 litros de agua y con ello no solo no se produjo ganancia, sino que se generó una pérdida de $1, mientras que en el DDR-008, producir $1 de ganancia bruta, implicó gastar 611 litros, lo que conlleva a afirmar que el cultivo de maíz grano de Chihuahua fue mas eficiente en el uso del agua de riego.

Cuadro 1: Indicadores de eficiencia física (Y_1 y Y_2), económica (Y_3 a Y_6) y social (Y_7 aY_{11}) del agua subterránea irrigada en maíz grano (*Zea mays*) del DR-017, Comarca lagunera y el DDR Chihuahua. Cifras en pesos nominales de 2011.

Variable económica	**DR-017**	**DDR008**
Y1 = m^3 de agua por kilogramo	2.465	1.086
Y2 = kilogramos/m^3 de agua	0.41	0.92
Y3 = m^3 de agua por $1 de ingreso bruto	0.700	0.218
Y4 =Ingreso bruto/ m^3 de agua	1.43	4.58
Y5 =Utilidad bruta/ m^3 de agua	-0.76	1.64
Y6 = m^3 de agua por $1 de utilidad bruta	-1.322	0.611
Y7 = Utilidad bruta por m^3/Precio del m^3 al productor	-1.88	2.00
Y8 = Empleos generados por cada 100,000 m^3 de agua	1.11	0.37
Y9 = Horas de trabajo invertidas por tonelada	63.10	9.28
Y10 = Ganancia a nivel regional por trabajador	-68,082	441,247
Y11 = Ganancia / hora invertida de trabajo	-29.5	191.5
Y12 = Punto de equilibrio (ton/ha que mínimamente se deben producir para no perder ni ganar)	4.38	4.18

Fuente: Elaboración propia, con base en cifras de la SAGARPA 2012, SIAP 2012 y FIRA 2012.

Eficiencia *social* del agua usada en el riego en maíz grano en el DR-017 y DDR-008

El Cuadro 1 muestra para la variable Y_7, los indicadores siguientes: *menos* 1.88 y *más* 2.00 para el maíz grano del DR-017 y el DDR-008 respectivamente, lo que señala que en La Laguna, el uso del agua fue altamente ineficiente en relación a Chihuahua, ya que, la ganancia/m^3 fue *perdida*, mientras que el precio de ese volumen de agua, aunque *subsidiado*, fue positivo, de allí el indicador negativo, no así en el DDR-008, donde se obtuvo, un índice de 2.0, lo que sugiere, que por cada $1 pagado por el agua irrigada, se recuperó ese $1 y $1 adicionales, ello, le sitúa al DDR008, por tanto, como altamente eficiente en el uso del agua. El análisis de la variable Y_8, que mide los empleos generados por cada 100,000 metros cúbicos de agua irrigada, señala que al emplearse ese volumen de agua, en el DR017, generó 1.11 empleos permanentes, mientras que ese mismo volumen en el DDR-008 generó 0.37 empleos permanentes. Lo anterior, ubica al maíz grano de bombeo del DR017, como 3.0 veces más eficiente socialmente al usar el agua subterránea en el riego en relación al DDR-008. La variable Y_9, muestra el maíz grano del DR017, requirió una inversión de 63.10 horas de trabajo, mientras que en Chihuahua, producir la misma tonelada representó solamente el 15% de ese tiempo de trabajo, ya que demandó 9.8 horas de trabajo/tonelada.

Por otra parte, el análisis de la variable Y_{10}, sugiere que un trabajador ubicado en la esfera productiva del maíz grano en el DR-017, sería capaz de producir una perdida de $68,082, pero,

sí ese mismo trabajador se le ubicase en la producción de maíz grano en el DDR-008, sería capaz de generar una ganancia de $441,247. Lo anterior indica claramente, que en términos sociales, el maíz grano del DR-017 resultó *inferior*, es decir; *menos productivo* que el maíz grano del DDR-008. En cuanto al análisis de la variable Y_{11}, señala que una hora de trabajo, sí es invertida en maíz grano del DR-017, genera una pérdida de $29.5, mientras que en maíz grano del DDR-008, esa hora de trabajo produjo una ganancia de $191.5. Finalmente la variable Y_{12} señala, para el productor del DR-017, que debe mínimamente producir 4.38ton/ha^{-1}, mientras que el del DDR-008, le basta producir 4.18/ton ha^{-1}, lo que indica que en el DDR-008, el punto de equilibrio fue 5.0% inferior al del DR-017.

CONCLUSIONES

Se concluye que la producción de maíz grano irrigado por bombeo en el DDR-008, Chihuahua, Chihuahua fue altamente productivo desde el punto de vista físico, económico y de productividad horaria, respecto de la producción del maíz grano irrigado por bombeo del DR-017, Comarca Lagunera, ya que mostró indicadores de eficiencia superiores en relación a el área de la Comarca Lagunera.

BIBLIOGRAFÍA

Astori D. 1984. Enfoque crítico de los modelos de contabilidad social. 5ª edición. Siglo veintiuno editores. México.

FAO. 2001. El maíz en los Trópicos: Mejoramiento y producción. Department of Agriculture. FAO. Italia 2001.

Fergusson CH. E. y J. P. Gould. 1987. Teoría microeconómica. FCE. México, DF.pag. 11

FIRA. 2012. Sistema de elaboración de Costos Agropecuarios en su Modulo Agrícola de FIRA. www.fira.gob.mx

Kijne, J.W., R. Barker and D. Molden, 2003. Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunity for Improvement. CABI, Cambridge, UK., ISBN: 0 85199 669 8.

Pasquale S; T. C. Hsiao; y E. Fereres. 2007. On the conservative behavior of biomass water productivity. Water productivity: Science and Practice*. Irrig Sci* 25:189–207.

SIAP. 2012. SAGARPA- Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. www.siap.gob.mx.

EFICIENCIA FÍSICA, ECONÓMICA Y SOCIAL DEL AGUA IRRIGADA EN EL CULTIVO DE NARANJA (*Citrus sinensis L. Obseck*) EN NUEVO LEÓN, MÉXICO

José Luís Ríos Flores[1]*, Miriam Torres Moreno[2]; Marco Antonio Torres Moreno[3], Jorge Ortiz[1], José Ruiz Torres[1]

[1]Universidad Autónoma Chapingo - Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas., Bermejillo, Durango, C.P. 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]Universidad Autónoma Chapingo – Colegio de Posgraduados - Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Campus Montecillo, Texcoco 56230, Estado de México

INTRODUCCIÓN

En Nuevo León, existen alrededor de 31,891 hectáreas de cítricos, correspondiendo el 82.7% a naranja, 11.6% a mandarina y 5.7% a toronja. En el ámbito nacional, el estado de Nuevo León ocupa el 4º en producción de naranja. En el año 2007, se produjeron 326,000 ton de naranja, 49,000 ton de mandarina y 24,000 ton de toronja, con un VBP de 486.4 millones de pesos, lo que representó el 15% del valor agrícola estatal y la creación de más de 2 millones de jornales/año. En cadena agroindustrial, esta conformada por 3,000 productores, 3,100 huertas y una industria compuesta de 26 empresas dedicadas a la cadena agroindustrial (Castañeda, 2010). El factor limitante en la productividad del cultivo es la disponibilidad del agua. Desafortunadamente, el agua es un recurso escaso para el estado, por lo que en la medida que se haga eficiente el uso y manejo del agua, así como el manejo de las huertas se podrá alcanzar altos rendimientos en beneficio de la citricultura del estado (Rocha-Peña y Padrón Chavez, 2009). Por ello el objetivo de este trabajo fue la determinación de la eficiencia física, económica y social del agua irrigada en el cultivo de naranja, en el estado de Nuevo León, y posteriormente comparar tales indicadores con los respectivos del nogal pecanero del DR-017, Comarca Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fuentes de información

Para la región citrícola de Nuevo León se utilizó información proveniente del SIAP (2010) (para superficie cosechada, producción física, rendimiento físico por hectárea y precio) y a para los (Costo por hectárea y número de jornales por hectárea) así como para las láminas de riego usuales para el productor regional indicadas por Rocha-Peña y Padrón-Chávez (2009). Mientras que para cultivo de nogal pecanero del Distrito de Riego (DR) 017, Comarca Lagunera se utilizaron los datos de superficie cosechada, producción física anual, Valor Bruto de la Producción (VBP), rendimiento físico por hectárea, precios nominales, costos por hectárea y

número de jornales por hectárea reportados por los Anuarios Estadísticos de la Producción Agropecuaria de SAGARPA. Para las láminas de riego se utilizó las recomendadas por el INIFAP en la región (INIFAP, 2002), correspondientes a 2.0m en naranja y 1.6 m en nogal sometidas a un 85% de eficiencia en el riego.

Metodología utilizada

Se utilizó metodología lógica económico-matemática, cristalizada en modelos matemáticos que describen cada una de las formas de productividad del uso del agua, con sustento en la metodología usada por Ferguson y Gould (1987) y Astori (1984). A través de las cuales se analizaron 12 variables independientes para el cultivo de naranja en Nuevo León y para el cultivo de nogal pecanero en el Distrito de Riego 017, Comarca Lagunera, para el año agrícola 2010.

Y_1.- Litros de agua usada en el riego necesario para producir un kilogramo de producto

Y_2.-Gramos de producto físico producido por cada m^3 de agua usado en el riego

Y_3.-Litros de agua irrigados por cada $1 de Ingreso bruto generado

Y_4.-Ingreso generado por cada m^3 de agua usado en el riego

Y_5.-Utilidad bruta generada por cada metro cúbico de agua usada en el riego

Y_6.-Litros de agua irrigados por cada $1 de utilidad bruta generada

Y_7.-Utilidad bruta por m^3 de agua obtenido por el productor/ Precio del m^3 de agua que el productor pagó

Y_8.-Empleos generados por cada 100,000 m^3 de agua irrigada

Y_9.-Horas de trabajo invertidas por tonelada

Y_{10}.-Ganancia producida por trabajador a nivel regional

Y_{11}.-Ganancia por hora invertida de trabajo

Y_{12}.-Punto de equilibrio (ton/ha que mínimamente se deben producir para que el productor agrícola ni pierda ni gane)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Eficiencia macroeconómica de los recursos empleados en la producción de naranja y nogal

La superficie cosechada de Naranja en el estado de Nuevo León, con 27,300 ha, es casi ocho veces superior a las 3,459 ha cosechadas de Nogal irrigado con agua subterránea mediante bombeo. El rendimiento propio de cada cultivo fue 20 y 0.78 ton/ha, respectivamente, aunado a la gran diferencia en sus superficies cosechadas, hizo que el volumen de producción anual

fuese notoriamente diferente: 546,000 ton y 2,700 ton respectivamente. Sin embargo el menor costo/hectárea en naranja de $9000 (en relación a los $19,878.37 del nogal), implicó que la Relación Beneficio-Costo fuesen relativamente similares: 1.82 en naranja y 1.87 en nogal. Se determinó que en La Laguna se emplearon 65.11 millones de m^3 de agua para irrigar las 3,459 ha cosechadas de nogal bajo bombeo, en Nuevo León se necesitaron 642.35 millones de m^3 para irrigar las 27,300 ha cosechadas de naranja, volumen de agua 9.87 veces superior al del nogal, generándose con ello, una derrama económica de 245.7 millones de pesos en Nuevo León por la producción de naranja, mientras que en La Laguna, la derrama económica generada por la superficie de nogal de bombeo fue de 59.5 millones de pesos, siendo 4.13 veces superior la ganancia producida regionalmente por la naranja en relación a la de nogal, pero debe observarse que para ello uso un volumen de agua 9.87 veces superior. Respecto de los costos/hectárea en naranja fueron de $11,000 y en nogal de $19,878.4. En nogal, el rubro más importante en este estudio, es el del rubro del riego, que con $4,128 representa la quinta parte del costo total, lo que indica el precio del agua en el caso del nogal fue de $0.22 m^3, mientras que para el cultivo de naranja no se encontraron datos para el costo del riego.

Eficiencia *física* del agua usada en el riego en los cultivos de naranja y nogal

Se determinó que para producir un kilogramo de producto físico, se requirieron de 1.176 m^3 de agua irrigada en naranja y 24.114 m^3 en la nuez, lo que sugiere que el nogal demanda 20.50 veces más agua que la naranja. No obstante, dado el diferente valor de uso en cada producto, el elevado consumo de agua queda solo como indicador referencial, no será sino hasta que se analice la productividad económica cuando cobre sentido hablar de eficiencia *del* uno respecto del otro. La variable Y_2, mostró en naranja, un metro cúbico fue capaz de producir 0.85 kg (850 gramos) mientras que el nogal, de usar ese mismo metro cúbico de agua, generaría solamente 0.04 kg (40 gramos), es decir; el cultivo de naranja produce 21.25 veces más producto físico que el nogal por unidad de volumen de agua (Cuadro 1).

Cuadro 1: Indicadores de eficiencia física (Y_1 y Y_2), económica (Y_3 ya Y_4) y social (Y_5) del agua irrigada en naranja en Nuevo León y el nogal pecanero del DR-017, Comarca Lagunera en 2010. Nivel de agregación en ambos cultivos: ambos sectores, Ejido y Pequeña Propiedad. Cifras en pesos nominales de 2010.

Variable económica	**Naranja**	**Nogal pecanero**
Y1 = m^3 de agua por kilogramo	1.176	24.115
Y2 = kilogramos/m^3 de agua	0.85	0.04
Y3 = m^3 de agua por $1 de ingreso bruto	1.176	0.508

Y4 =Ingreso bruto/ m^3 de agua	0.85	1.97
Y5 =Utilidad bruta/ m^3 de agua	0.38	0.91
Y6 = m^3 de agua por $1 de utilidad bruta	2.614	1.095
Y7 = Utilidad bruta por m^3/ $ m^3 al productor		4.17
Y8 = Empleos generados/100,000 m^3 de agua	1.24	1.09
Y9 = Horas de trabajo invertidas por tonelada	33.70	607.45
Y10 = Ganancia a nivel regional por trabajador	30,766	83,557
Y11 = Ganancia / hora invertida de trabajo	13.4	36.3
Y12 = Punto de equilibrio	11.00	0.42

Fuente: Elaboración propia, con base en los Cuadros 1y 2

ficiencia *económica* del agua usada en el riego en los cultivos de naranja y nogal

El ingreso monetario, al no ser un indicador de eficiencia, toda vez que no se le han descontado aún los costos en los que se incurrió, no serán discutidos los indicadores de productividad económica referentes al ingreso generado por cada metro cúbico de agua irrigada (variable Y_4) ni la cantidad de agua irrigada para generar $1 de ingreso (la variable Y_3), se analizarán en cambio, las dos variables referentes a la ganancia por volumen de agua. El Cuadro 1, muestra, para el caso de la variable Y_5, que mide la utilidad bruta m^{-3}, muestra que un m^3 de agua irrigado generó en el cultivo de naranja, una utilidad bruta de $0.38, mientras que ese mismo volumen de agua, en nogal, produjo una utilidad bruta de $0.91, lo que sugiere que el cultivo de nogal, fue 139.5% más eficiente que el cultivo de naranja en el uso económico del agua. Visto de otra forma, para que el cultivo de naranja generase los $0.91 de utilidad generados por $1m^3$ en nogal, demandaría 2.394 m^3 de agua, lo que a su vez permite decir que el nogal, con 58.2% *menos* agua produce el mismo nivel de utilidad bruta que el cultivo de naranja, lo cual, muestra que el nogal fue más eficiente en el uso de este escaso recurso. La variable Y_6, que evalúa la cantidad de agua irrigada que es necesaria para producir $1 de utilidad bruta, muestra que mientras que en naranja se demandan 2.614 m^3 de agua para producir $1 de utilidad, en nogal, producir esa misma utilidad requiere de solamente 1.095 m^3 de agua, es decir; en naranja se demandaron 2.39 veces más agua para producir la misma cantidad de ganancia que en nogal.

Eficiencia *social* del agua usada en el riego en los cultivos de naranja y nogal

La variable Y_7 del Cuadro 1, calculada solamente para el nogal del DR-017 de La Comarca Lagunera, señala que el productor nogalero, obtiene un ingreso neto por metro cúbico de agua irrigada, es decir; una utilidad bruta por metro cúbico de agua, equivalente a 4.17 veces lo que

pagó por ese metro cúbico de agua, ya que se determinó que el productor nogalero pagó a razón de ¢22 por m^3 empleado en el nogal, así que, al ser 4.17 la variable Y_7, muestra que esos ¢22 pagados por el m^3 agua, le repercutirán al productor nogalero en la obtención de 69.74 centavos de utilidad, es decir; que logra recuperar los 22 centavos invertidos pagados por m^3 y adicionalmente obtendrá 69.74 centavos de ganancia/ m^3 empleado, es decir se está haciendo una apropiación *privada* de un recurso altamente *social*, lo cual conlleva a plantear la necesidad de evaluar si realmente se está valorando económicamente al agua como recurso escaso.

El análisis de la variable Y_8, señala que ese volumen de agua, al usarse en el cultivo de naranja generó 1.24 empleos permanentes, mientras que ese mismo volumen de agua, en el DR-017, el Nogal generó 1.09 empleos permanentes. Lo anterior, muestra que el cultivo de naranja fue 13.76% más eficiente socialmente al usar el agua de riego en relación al nogal de bombeo del DR-017. La variable Y_9, muestra que una tonelada de naranja requirió 33.70 horas de trabajo, mientras que una tonelada de nuez demandó 607.45 horas. Estos indicadores son útiles para quienes quisieran comparar la competitividad de uno de esos cultivos, en alguna otra región productora del mismo producto. Por otra parte, el análisis de la variable Y_{10}, sugiere que un trabajador ubicado en la esfera productiva de la naranja en Nuevo León, sería capaz de producir una ganancia de $30,766, pero, sí ese mismo trabajador se le ubicase en la producción de nogal en el DR-017, sería capaz de generar una ganancia de $83,557. Lo anterior indica claramente, que en términos sociales, en cuanto a esta variable, el nogal de bombeo del DR-017 resultó *superior*, es decir; *más productivo* que el cultivo de la naranja del estado de Nuevo León.

La variable Y_{11}, muestra que una hora de trabajo, sí es invertida en naranja en Nuevo León, genera una ganancia de $13.4, mientras que en el nogal del DR-017, esa misma hora de trabajo produjo una ganancia de $36.3, es decir, socialmente resulta 170.9% más eficiente la hora de trabajo en el nogal de bombeo que en la naranja. Si bien el Punto de equilibrio, señalado por la variable Y_{12} es un indicador *económico*, que evalúa el punto de equilibrio, medido como la cantidad de toneladas que se deben producir por hectárea, para que el productor no gane ni pierda, señala, para el productor de naranja debe mínimamente producir 11 ton/ha, mientras que el nogalero del DDR-017 deberá producir 0.42 ton/ha de nuez para quedar “tablas”, es decir, no incurrir ni en pérdida ni en ganancia.

CONCLUSIONES

Con sustento en los indicadores de eficiencia física, económica y social se concluye que el cultivo de naranja resultó ser física y socialmente más eficiente en el uso del recurso agua para

obtener más producto físico y más empleo por metro cúbico de agua empleado, mientras que el nogal fue más eficiente en el aspecto económico. Sin embargo para obtener tales indicadores se emplearon grandes cantidades de agua lo que desde el punto de vista sustentable conlleva a la necesidad de evaluar cuánta agua se debe invertir para obtener cierta cantidad de alimento, riqueza y empleo. Lo que nos muestra que la producción está enfocada a un mercado específico, se cultiva en condiciones particulares para cumplir con ciertos objetivos de calidad, presentación y volumen, sin embargo no se toman en cuenta las características del lugar en que se produce ni la disponibilidad de recursos, lo que ha provocado la desviación de los cauces y la sobre explotación de los cuerpos de agua lo que ha comprometido a los ecosistemas y con ello su conservación.

BIBLIOGRAFIA

Astori D. 1984. Enfoque crítico de los modelos de contabilidad social. 5ª edición. Siglo veintiuno editores. México.

Castañeda V., J.A. 2010. Producción de naranja dulce en Nuevo León. Fundación PRODUCE Nuevo León A.C.IICA. México 2011.

Fergusson CH. E. y J. P. Gould. 1987. Teoría microeconómica. FCE. México, DF.pag. 11

INIFAP 2002. Centro de Investigación Regional Norte Centro, Campo Experimental La Laguna. Tecnología de producción en Nogal pecanero, Matamoros, Coahuila, México. Noviembre de 2002.

Rocha-Peña, M.A., y Padrón-Chávez, J.E. 2009. El cultivo de los cítricos en el estado de Nuevo León. Libro Científico No. 1. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. CIRNE. Campo Experimental General Terán. México.

SAGARPA – SIAP .2008. Sistema Producto Naranja www.naranja.gob.mx

SAGARPA. 2010. Anuarios Estadísticos de la Producción Agropecuaria. Región Lagunera Coahuila-Durango, Cd. Lerdo, Dgo. México.

SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE UN BOMBEO FV CON GOTEO- CINTILLA EN CULTIVO DE TOMATE

***Abel Román López[1], Marco A. Inzunza Ibarra[1], Magdalena Villa Castorena[1], Ernesto A. Catalán Valencia[1], Gerardo Delgado Ramìrez[1], Maria de Lourdes González López[1].**

[1] INIFAP CENID-RASPA Km 6.5 margen derecha canal Sacramento C.P. 35140 Gómez Palacio Durango. *Email: roman.abel@inifap.gob.mx,

INTRODUCCION

El bombeo de agua con celdas fotovoltaicas (bombeo FV) que utilizan la energía solar renovable y su aplicación en riegos presurizados como goteo y micro aspersión no se ha generalizado en el país; 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 depósito elevado, esto sí está generalizado su uso en abrevaderos (SNL 2001); los métodos de riego mencionados con bombeo con energía eléctrica generada con recursos no-renovables, han manifestado alta eficiencia en el uso y manejo del agua con goteo en hortalizas obteniendo incrementos en los niveles de producción superiores al 100 % y ahorros de agua hasta un 30 % (Román *et al* 2007).

El uso de una bomba solar, en lo poco que hay aplicado en algunos métodos de riego, por recomendación utilizan almacenamientos en tinacos o depósitos elevados , la opción, conexión directa del bombeo FV al riego no ha sido muy explorada y generalizada por lo que deben ser estudiados antes de su implementación con respecto a la variación de disponibilidad de agua provocada por la insolación variable durante el ciclo del cultivo lo que induce cambios en los procesos de producción de los cultivos en la programación de los riegos y fertilización en sus etapas críticas por la cantidad del volumen de agua que produce la disponibilidad de energía solar del lugar; en una indagación similar con un ariete hidráulico en el CENID-RASPA del INIFAP en goteo en cultivo de tomate, se encontraron las siguientes situaciones, se redujo en un 38 % la producción de tomate con un 89 % más de agua con relación a resultados donde se uso energía no renovable, sin embargo se supero la producción del riego tradicional superficial en 239 % pero con mayor agua de 13% , el dispositivo de bombeo (ariete) fue conectado directamente al sistema de riego por goteo (Román *et al* 2011), la propuesta de ariete, fue avalada para regiones marginadas donde el aliciente es quizás evitar una alta inversión en

infraestructura de construcción que tiene que ser a una elevación mínima de 10 m de altura que es la carga hidráulica mínima sugerida para el funcionamiento de estos riegos presurizados.

Esta propuesta de bombeo FV, 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.

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue el de obtener una metodología hidráulica funcional para implementar un riego por goteo-cintilla, en el cual el bombeo del agua no requiera de energía eléctrica o de combustión interna de fuentes no renovables para su funcionamiento; esto es posible con el bombeo FV el cual funciona con la energía solar disponible en la región.

MATERIALES Y METODOS

Equipamiento de bombeo FV (Fig. 1 Der.) 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}, con una carga total dinámica (CTD) de 30m, todo esto mediante una disponibilidad de 6 horas solares con una radiación solar (Rs) promedio de 550 a 600 w m^{-2} para los meses de Julio a diciembre, para dichos estudios se conto con una estación climatológica automatizada donde se capturo la (Rs) durante todo el ciclo del cultivo, lote experimental de 84 m^2 (ubicado en el CENID RASPA INIFAP) con suelo pedregoso de textura franco limoso, sistema de riego por goteo-cintilla Nº 6000 (0.15mm) de espesor y diámetro interior de 16 mm, salidas de goteo turbulento espaciados a 20 cm que proporciona un caudal de 0.85 L h^{-1} por emisor con una carga hidráulica de operación de 7 m en su unidad de riego, 8 líneas regante de 8.7 m de longitud espaciadas a 1.2 m conectadas a un distribuidor de PVC de una pulgada de diámetro mismos que conformaron el riego por goteo – cintilla en el lote, por lo que el gasto del bombeo FV requerido por el riego es de 299.2 L h^{-1} para una CTD de 7.2 m; semillas de Tomate Saladet variedad Yaqui, charolas de nieve seca con 200 cepas y sustrato Peen Moss para el almacigo que se realizo el 15 de Junio y el trasplante el 26 de julio del 2011 con una densidad de siembra de 4.2 plantas m^{-2}, la dosis de fertilización adoptada fue de 230 80 100 de NPK aplicada al boleo y dosificada en cuatro aplicaciones durante el ciclo, las fuentes de aportación fueron la NK-35 y Poly feed para fosforo, el principal problema fue la mosca blanca que a su vez implanto otras plagas y/o gusanos durante todo el ciclo, las cuales fueron combatidas con new leverage,

abamectina, applaud, stavion, agromil V, confidel así como los insecticidas orgánicos neem, compa y neg balancer, también se atendieron problemas de nutrición mediante aplicaciones foliares con foliar blend; para malezas y principalmente el zacate se realizaron labores de escarda continuos.

La información técnica curva característica del equipamiento FV que proporciono el proveedor es funcionando directo con una Rs de 800 w m^{-2}, no abarca los requerimientos (CTD, Q) para el lote experimental propuesto, por lo que se considera necesario un ensayo elemental para la obtención de un modelo matemático de regresión múltiple del proceso de bombeo que relacione los parámetros, CTD, Q y Radiación solar (Rs) empleándose un paquete computacional de modelos de regresión, posteriormente del modelo de regresión múltiple, generar su curva característica similar a la proporcionada por el fabricante donde se relacionan diversos CTD contra Q (gasto bombeado) en la ordenada y la Rs en la abscisa que satisfaga los requerimientos de bombeo.

Para la programación del riego, se obtuvo el calendario de riego durante el ciclo en base a datos históricos con la ayuda del programa computacional D'Riegos Durango por Catalán *Et al* 2008.

Figura 1. Bombeo FV en tomate (Der), con goteo - cintilla INIFAP, CENID RASPA, la cisterna representa al pozo profundo del dibujo esquemático (Izq).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico de los datos del ensayo elemental realizado a la bomba solar en la que se relacionaron, el caudal bombeado (Q), la CTD y la radiación solar (Rs) se obtiene el modelo matemático de regresión potencial múltiple $Q = 0.1377\ Rs^{1.2653}CTD^{-0.0727}$ mostrado en la figura 2.

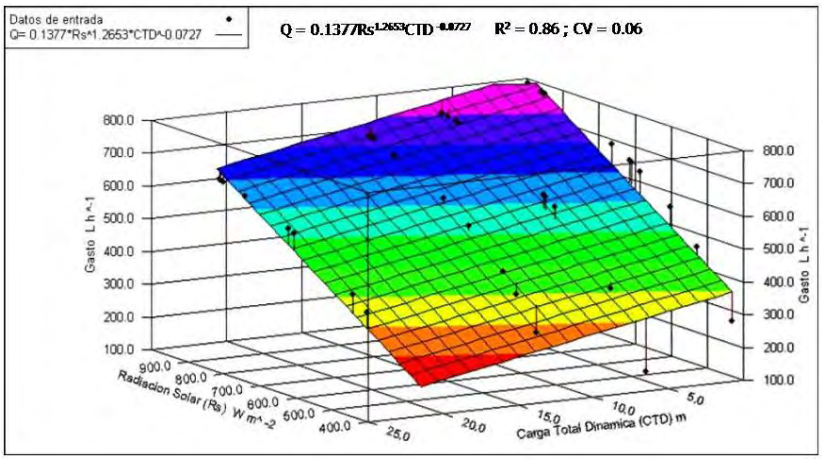


Figura 2. Ecuación de respuesta hidráulica de un bombeo FV a la radiación solar directa (Rs).

Se observa en la figura 2 que el bombeo FV comenzaba a funcionar cuando se tenía una radiación solar 419 W m^{-2}, el modelo es aceptable con buen coeficiente de determinación (R^2) de 0.86 y coeficiente de variabilidad hidráulica (Cv) de 0.06, con dicho modelo se procede a elaborar las curvas características hidráulica del bombeo FV (Figura 3) contándose con diversos CTD e interceptando los correspondientes (Q, Rs) en las coordenadas (y,x) para que se haga la selección del punto de bombeo con la curva del sistema de tuberías, en este caso fue de un CTD de 7.2 m para proporcionar un caudal de 299.2 L h^{-1} y esto se lograba cuando se tenía una radiación solar de 510 W m^{-2} (Fig 3), como la bomba solar estaba puesta a su máxima capacidad de Rs y revoluciones por minuto se genero un alivio y condicionar su funcionamiento a la carga de operación de la unidad de bombeo de 7 m.

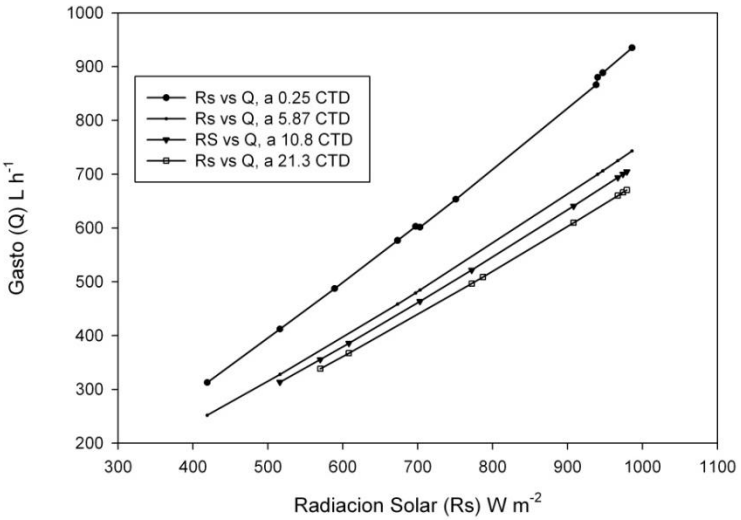


Figura 3. Curvas características bomba solar relacionando las variables Q, Rs, CTD.

Finalmente en la figura 4, se presenta una contrastación de la lamina de riego proyectada (Lam T) con el programa D'riegos Dgo., y la realmente aplicada (Lam R).

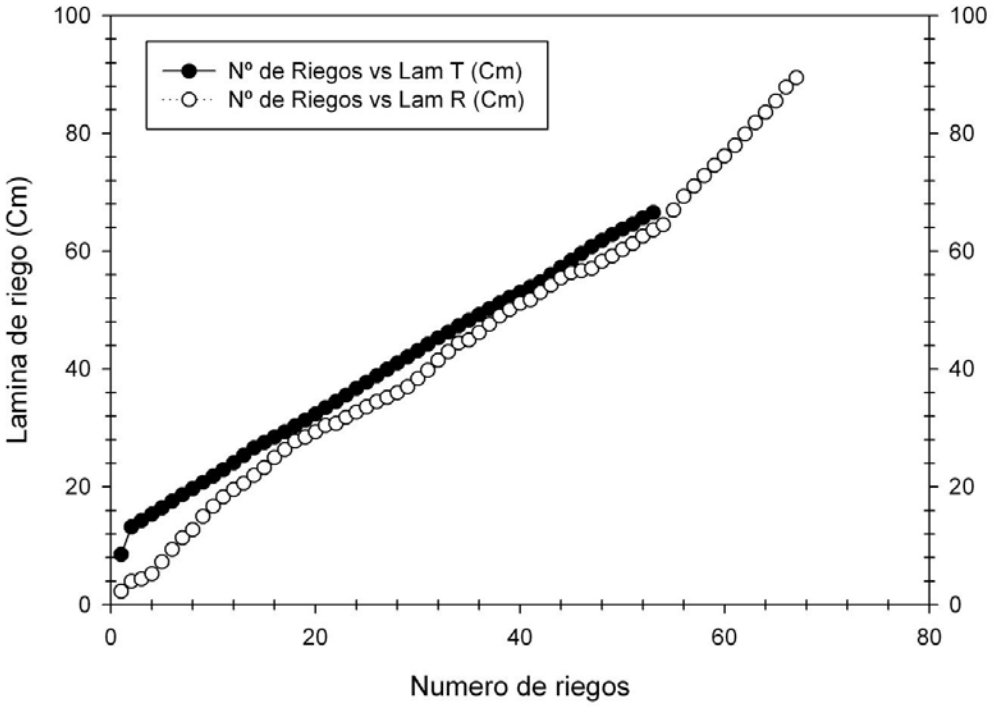


Figura 4. Lamina de riego aplicada (Lam R) y numero de riegos en tomate con bombeo solar comparándola con la teórica (Lam T) esta última, estimada con el paquete computacional del INIFAP, D'riegos Durango.

Se aplico una lamina de riego total de 89.42 Cm durante 258 horas de riego y una precipitación neta de 4.41 cm durante el ciclo por lo que se estima una dotación total de 93.83 cm, la lamina de riegos proyectada con el programa D'riegos Dgo., fue de 67 Cm. sus discrepancias fueron, suelo pedregoso, inconvenientes del bombeo FV por la disponibilidad solar en días nublados situación que modificaba la programación planeada que también incluía tener siempre a capacidad de campo o mayor la humedad del perfil de 0 – 30 cm para tener dilución y solubilidad de los fertilizantes aplicados.

Para la evaluación de la producción y calidad del tomate, se evaluaron plantas al azar con la finalidad de realizar un análisis estadístico simple de comportamiento apegado a la normal, el muestreo de población tuvo un mejor ajuste a la función de distribución Log Normal debido a los inconvenientes extra normales citados, así como una helada que de alguna manera influyeron, con respecto a la calidad del tomate se tuvo un peso aproximado de 65 grs, longitud de 5.6 cm y ancho de 4.4 cm en promedio, la producción de tomate que se obtiene es de 7.4 kg m^{-2} (74 t ha^{-1}) o sea 620 Kg en el lote de 84 m^2.

CONCLUSIONES

Se recomienda adoptar la metodología de este documento para seleccionar y operar adecuadamente un bombeo FV en un sistema de riego por goteo consistente en, inicialmente obtener una ecuación de regresión lineal múltiple potencial del funcionamiento hidráulico, entre el gasto bombeado (Q), Carga Total Dinámica (CTD) con la Radiación Solar (Rs) directa disponible del sitio en la localidad, posteriormente del mismo modelo general elaborar la curva característica particular del bombeo solar relacionando en dos ejes, al gasto Q en Lh^{-1} en la ordenada, con la Radiación (Rs) en W m^{-2} en la abscisa y diversos líneas de intercepción entre dichos ejes que corresponden a diversas CTD en (m) ya que dicha presentación es similar a la proporcionada por el fabricante para su selección y proyección.

La bomba solar se adecuo a un riego por goteo-cintilla conformando un lote o unidad de riego de 84 m^2, con la carga hidráulica de operación proyectada en la entrada de la unidad de riego de 7 m (10 PSI) se encontró un gasto promedio por emisor de 0.823 L h^{-1}, una uniformidad de riego de 90.52 % y un caudal de la unidad de riego de 289.7 L h^{-1}, como la radiación solar se incrementa conforme al transcurso del día y la bomba solar esta directamente sin baterías, la mínima radiación solar para el funcionamiento hidráulico requerido para la unidad de riego es de 419 W m^{-2}, se llego a tener una disponibilidad máxima de 1086 W m^{-2} durante los meses del ciclo del cultivo, si se operara la bomba solar a esos rangos, se encontró una generación de energía eléctrica fotovoltaica capaz de extraer o bombear varios lotes tandeados como el probado ya que se tendría una disponibilidad de agua de 628,010 lts con la cantidad de radiación solar disponible en todo el ciclo de cultivo de los cuales fueron utilizados 74,684 lts para la irrigación del tomate lo que pone de manifiesto que es posible irrigar hasta 8 lotes de 84 m^2 , lo que integraría una superficie susceptible de abastecer de 710 m^2 con

cultivo de tomate Yaki tipo Saladet, que con el rendimiento por lote de 0.62 t h^{-1} , la superficie factible de irrigar con esta bomba solar puede obtenerse un producción de 4.96 toneladas.

BIBLIOGRAFÍA

Catalán V E A, I Sánchez C, M A Inzunza I, A Román L, F J Contreras de la R, M M Villa C. 2008. Calculo de demandas de agua y programación del riego de cultivos en los municipios del estado de Durango. In: XX Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. 5 -7 nov. Venecia, Durango. pp: 157-161.

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., M.A. Velázquez V. y E. A. Catalán V. 2011. Selección y aplicación del ariete hidráulico en riego por goteo con cultivo de tomate. AGROFAZ VOL: 11 Núm. 1. P. 47 54.

Sánchez J. A., J. Ortega C., D. Martínez E., y M. Sánchez P. 2011. Sistemas fotovoltaicos iluminación y bombeo. Memorias de curso de actualización., XXXV semana nacional de energía solar. Asociación Nacional de Energía Solar (ANES) Septiembre del 2011. 95 p.

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

CURVAS CARACTERISTICA HIDRAULICA DE UN POZO PROFUNDO, QUE DESDE SU CONSTRUCCION, PROPORCIONAN DIAGNOSTICO Y/O MEJORAMIENTO.

Abel Román López[1], Ernesto Catalán Valencia[1], Magdalena Villa Castorena[1], Marco A. Inzunza Ibarra[1], Manuel Eduardo Pérez Marroquin[2]

[1]INIFAP CENID-RASPA Km 6.5 margen derecha canal Sacramento C.P. 35140 Gómez Palacio Durango. Email: roman.abel@inifap.gob.mx, [2] Asistente de investigación por honorarios INIFAP CENID RASPA.

INTRODUCCION

Una herramienta metodológica útil para construir, desarrollar, rehabilitar y/o reponer un pozo profundo de extracción de agua subterránea para que opere lo más eficientemente posible es la ecuación de abatimiento del nivel de bombeo (Williams, D. E. 2013., Campillo U., R. 2013., CNA (MAPAS) 2007) la cual, una vez obtenida es también utilizada para la obtención de la curva característica hidráulica del pozo (Villanueva e Iglesias 1984., Román Et al 2011) lo que finalmente al tener toda esta información es posible proporcionar un diagnostico y mejoramiento del pozo profundo de manera más amplia.

La ecuación de abatimiento ($s = BQ + CQ^n$)desde su creación por Rorabaugh en 1953 citado por diversos autores como Román *Et al* (2007), hasta la fecha a evolucionado en cuanto a su obtención matemática mediante metodologías que simplifican su obtención con significancia estadística (Román Et al 2011) y/o empleo de paquetes computacionales. (Helweg, 1992., Jha *et al.*, 2004).

Basado en los antecedentes expuestos, en el este documento se presenta el estudio de un pozo profundo piloto al cual se le dio seguimiento sobre la obtención simple, practica y significativa de su ecuación de abatimiento del nivel de bombeo, y que el modelo matemático que la representa es el mismo desde su construcción, durante su operación o funcionamiento y actualmente con una rehabilitación que se le hizo; del resultado del aforo en su etapa de construcción, con un equipamiento muy sobrado en potencia electromecánica, hasta el de operación con la potencia adecuada y finalmente en su rehabilitación en la que solo se cambio su motor eléctrico; se externan sus diagnósticos y propuestas de mejoramiento en las tres etapas observadas, así como una visión final de su situación actual.

MATERIALES Y METODOS

Materiales

El pozo piloto bajo estudio está localizado geográficamente a 25°35´23.6" N de altitud; 103° 27´13.1" O de longitud; ASNM de 1137 m en el CENID RASPA del INIFAP dentro del Acuífero

Principal de la Comarca Lagunera entre ubicado a 102º 22' y 104º 47' O y 24º 22' y 26º 23' N (SAGARPA, 2006). Su construcción de reposición fue realizada entre Mayo – Julio del 2003, su ubicación geográfica desafortunadamente intercepta los niveles piezometrico del acuífero principal con un contacto con una cordillera geológica que limita el almacenamiento y movimiento permeable de las aguas subterráneas por intercalaciones de estratos de lutitas, areniscas y conglomerados con presencia de gravas sedimentarias empacadas en una matriz arcillosa, se perforo un diámetro de 26 pulgadas a 300m de profundidad, ademándose a 16 pulgadas, 190 m de ademe ranurado y 120 m de liso, al ademe instalado, se le estimo que era para una capacidad de 60 Ls^{-1} pero, mediante el análisis del corte litológico junto con el sondeo eléctrico se esperaba obtener un caudal de al menos 34 Ls^{-1} , el desarrollo del pozo fue hecho adecuadamente , ante estas expectativas, fue necesario realizar dos pruebas de aforo con equipamiento electromecánico de columna de bombeo de 192 m y 6 pulgadas de diámetro, cuerpo de tazones Nº12 de 10 pasos accionados por motor de combustión interna de 335 HP de potencia, en el primer aforo con la esperanza de obtener al menos 34 L s^{-1} el pozo se abatió y no fue posible continuar con la prueba de aforo, posteriormente con el mismo equipamiento se procedió a estrangular lo más posible el caudal mediante la válvula de descarga, de esta manera se encontraron datos de aforo hasta los 8 Ls^{-1} sin que el pozo se abatiera, con los cuales se procedió a obtener su ecuación de abatimiento.

La operación del pozo piloto inicio en Agosto - Septiembre del 2003, con base al ensayo de aforo el equipamiento instalado fue de bomba sumergible de 17 tazones con motor eléctrico de 60 HP a 3450 RPM, columna de bombeo de 4 pulgadas de diámetro y 250 m de longitud, estimándose obtener al menos 12 Ls^{-1}, conforme a los datos de aforo y la gran profundidad de bombeo, así como la sumergencia del cuerpo de tazones, es pertinente aclarar que se tomo la decisión de no equipar con motor externo para evitar el problema de péndulo debido a un longitud de columna de tal magnitud pudiera provocar la caída del cuerpo de tazones.

Finalmente, el equipamiento que desde el 2003 estuvo en operación fue rehabilitado solo en su motor sumergible reponiéndose este por uno de la misma potencia de 60 HP pero con velocidad de rotación de 3605 RPM en agosto del 2012.

Una vez definida la infraestructura del pozo profundo construido y los equipamiento probados en las diversas etapas de su vida, a continuación se define la metodología empleada para la obtención de su ecuación de abatimiento y curva característica hidráulica en cada evento versado.

Métodos

Ecuación de abatimiento.

En relación a la expresión de abatimiento s = BQ + CQ^n, en donde s es el abatimiento del nivel de bombeo en el pozo en m, BQ es la perdida de carga en el acuífero (m), CQ^n es la perdida de carga en el pozo también en m ver Figura 1.

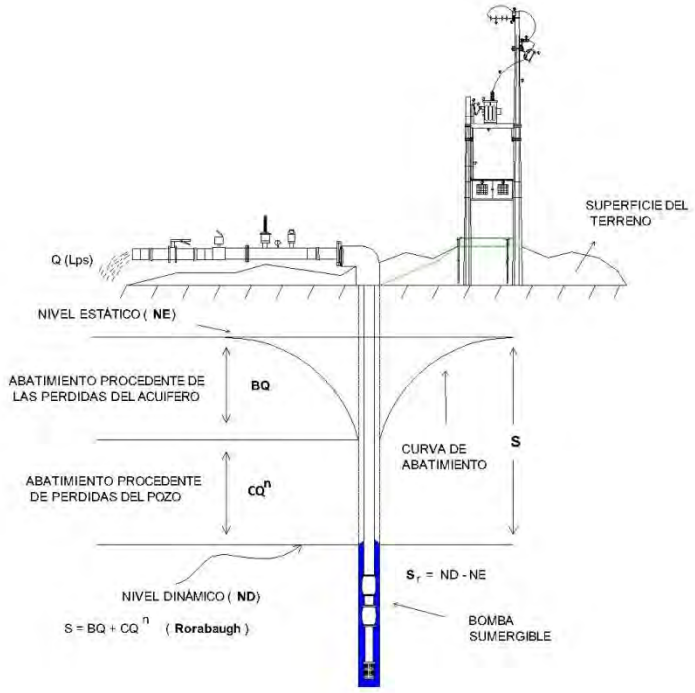


Figura 1. Perdidas de carga hidráulica en un pozo profundo.

Se adoptan; el método de Kasenow (s_K = BQ + CQ^2) en dicho método se asume n=2 de la expresión original de Rorabaugh, los algoritmos para su obtención pueden consultarse en Román *Et al* 2007 y Román *Et al* 2011 disponibles en internet y adecuarse a las unidades de medición utilizadas y aplicadas en este documento. La Polinomial de segundo grado con ordenada al origen (s_1 = BQ + CQ^2) por su aceptable significancia estadística se sugiere utilizar el paquete estadístico computacional SAS 2001 para su obtención.

Posteriormente el criterio para seleccionar el mejor modelo de abatimiento de bombeo del pozo profundo de los dos métodos es el procedimiento del Error Cuadrático Mínimo (ECM) utilizado por Aparicio 1992 que consiste en adoptar el mejor modelo matemático que 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 (s en m) y xoi es el i-ésimo dato obtenido de la ecuación de abatimiento (s_K) ó (s_1) que según corresponda al análisis respectivo.

Con el uso de las ecuaciones con el exponente n=2, el parámetro C que es el coeficiente de perdidas hidráulicas o del descenso del nivel en el pozo en (m L*s $^{-2}$), su valor indica las condiciones constructiva en las que se encuentra el pozo, de tal manera que se consideró que valores del parámetro C de C< 0.00187 significa que las condiciones constructivas del pozo está bien construido y desarrollado, valores entre < 0.00187 a 0.03732, el pozo presenta inicio de incrustaciones en las rejillas del ademe, para valores de 0.03732 a 0.149299 el pozo profundo requiere de rehabilitación por incrustaciones o taponamiento de las rejillas del ademe, finalmente cuando C > 0.149299, se considera difícil la rehabilitación del pozo por el alto grado de incrustaciones en sus rejillas. (Chávez 2006), También se consideró que valores negativos de los coeficientes de perdidas en el acuífero y pozo, B y C en la ecuación, significan que las pérdidas de carga o abatimiento del nivel de bombeo en el acuífero (BQ) o en el pozo (CQ^2) son insignificantes mas no atenuantes (Román *Et al* 2007).

Curva característica hidráulica del pozo.

La obtención de la curva característica hidráulica del pozo piloto en estudio en las diversas fases de su existencia, son realizadas con la mejor ecuación de abatimiento que de el menor ECM, la manera de hacerse y el comportamiento hidráulico del pozo que mediante su curva característica se define, es presentada por Román *Et al* 2007 a través de internet. En caso de que una curva característica muestre un comportamiento estable, Las extracciones estables se recomienda que se puede incrementar el caudal de extracción de hasta un 50% con respecto al caudal operativo o actual (Helweg, 1992), obviamente con un consecuente aumento del abatimiento que debe de ser contemplado en la proyección del nuevo equipamiento (motor y cuerpo de tazones)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1 se muestran los datos de campo (Q,s) de los ensayos realizados con los cuales se obtienen; las ecuación de abatimiento del nivel de bombeo y sus respectivos abatimientos teóricos estimados (s_1, s_K), la mejor es mostrada en la figura 2 .“Curvas Característica Hidráulica” de cada etapa de su vida, la de Kasenow en cada etapa es; s_K= 11.24730 Q – 0.30042 Q^2 con datos de aforo durante su construcción, s_K= 37.65675 Q – 4.22173 Q^2 con datos que durante 10 años estuvo operando el equipamiento y s_K= 35.39038 Q – 3.36907 Q^2 el equipamiento actual rehabilitado, las expresiones obtenidas mediante el paquete estadístico

SAS 2001 son mostradas en la figura2 las cuales fueron las seleccionadas como las de mejor pronostico por su menor ECM, además como lo menciona Román *et al* 2011, el modelo polonomial mentado, tiene la ventaja adicional con respecto a los anteriores, de conocer el grado de ajuste de la ecuación de abatimiento del pozo, mediante la significancia de los coeficientes de regresión, con el coeficiente de determinación (R^2), así como el coeficiente de variación (CV) los cuales son aceptables para los tres modelos de abatimiento de las tres etapas de la vida del pozo (Figura 2).

También en el Cuadro 1 se muestran n los gastos específicos en Ls^{-1} m^{-1} obtenidos con los datos muestreados (Qe) y con los datos de la ecuación de abatimiento polinomial (Qe_1); los gastos específicos, sé obtiene de dividir del caudal (Q) entre el abatimiento correspondiente (s, s_1), ambos son necesarios para completar la realización de la curva característica; finalmente la eficiencia hidráulica del pozo es obtenida para cada escalón ensayado y finalmente una eficiencia promedio que como se puede observar es superior al 90% (Cuadro 1), el valor noventa por ciento de eficiencia hidráulica Chávez 2006 concluye que es aceptable; es pertinente aclarar que algunas estimaciones sobre estiman dicho valor en cuyo caso, se indica que se tiene un valor próximo al 100% ya que es inaceptable un valor superior, esto se debe a que la infraestructura de captación instalada fue para extraer un caudal mayor al que actualmente se está extrayendo y en este caso esto se ve reflejado en que el pozo no presenta perdidas de carga en el pozo mediante su ecuación de abatimiento quedando única y exclusivamente las pérdidas de descenso en función del acuífero. La eficiencia hidráulica η_H del pozo se obtiene de la relaciones de s_1/s ó de Qe/Qe_1 multiplicado por cien por ciento (Chávez 2006).

Cuadro 1. Datos de pozo piloto estudiado en una década, desde construcción hasta rehabilitación.

Periodo	Q (Ls^{-1})	s (m)	s_1 (m)	s_K (m)	ECM	Qe (Ls^{-1} m^{-1})	Qe_1 (Ls^{-1} m^{-1})	η_H (%)	η_H Prom (%)
Datos de	3.2	36	32.84	32.91	ECM_1 =	0.089	0.097	91.2	
aforo	5	43	45.45	48.73	5.7	0.116	0.110	~100	
(construcción	7.44	53	55.82	67.05		0.141	0.133	~100	96.6
Julio 2003)					ECM_K =				
	8	60	57.11	70.75	18.9	0.133	0.140	95.2	
Datos	1.84	57.94	48.817	54.995	ECM_1 =	0.032	0.037	84.3	
durante la	2.8	59.64	61.932	72.341	12	0.047	0.045	~100	
operación	3.7	60.14	66.532	81.535		0.062	0.055	~100	95.7
(2003 –	4	64.94	66.410	83.079	ECM_K =	0.061	0.060	~100	
2012)	5.12	62.39	58.647	82.133	36.7	0.082	0.087	94	
Datos	2.54	56.03	65.174	68.156	ECM_1 =	0.045	0.038	~100	
después de	3.49	87.7	79.485	82.477	12.3	0.039	0.043	90.6	
rehabilitación	4.64	89.95	89.477	91.677		0.051	0.052	99.5	97.5
de motor					ECM_K =				
(Ago 2012)	6.71	86.09	87.228	85.780	13.3	0.077	0.077	~100	

En la figura 2 se puede observar que el comportamiento hidráulico del pozo es inestable su extracción subterránea (Q) y su rendimiento específico (Qe_1) al relacionarlos con el abatimiento del pozo (s) en sus tres etapas analizadas, se concluye además que dicho comportamiento resulto definido desde su concepción independientemente del equipamiento electromecánico utilizado, además que las perdidas hidráulicas del nivel piezometrico son muy drásticas y dependen única y exclusivamente del acuífero en su flujo subterráneo, en cuanto al pozo dicha infraestructura no presenta perdidas de carga indicadas mediante su parámetro C de su ecuación de abatimiento; una vivencia de dicha extracción de comportamiento inestable de la curva II en su periodo activo es que durante su operación bajo trabajo continuo marcaba 5 Ls^{-1} en momentos y también 3.5 Ls^{-1} durante un mismo día o entre días, lo cual era los síntomas de su inestabilidad.

Finalmente se obtiene el ECM entre los datos (s, s_1) y (s, s_K) del Cuadro 1, resultando en las tres épocas menor el valor del ECM_1 para la relaciones (s, s_1), lo cual indica que la ecuación de abatimiento obtenida mediante la polinomial cuadrática es la mejor.

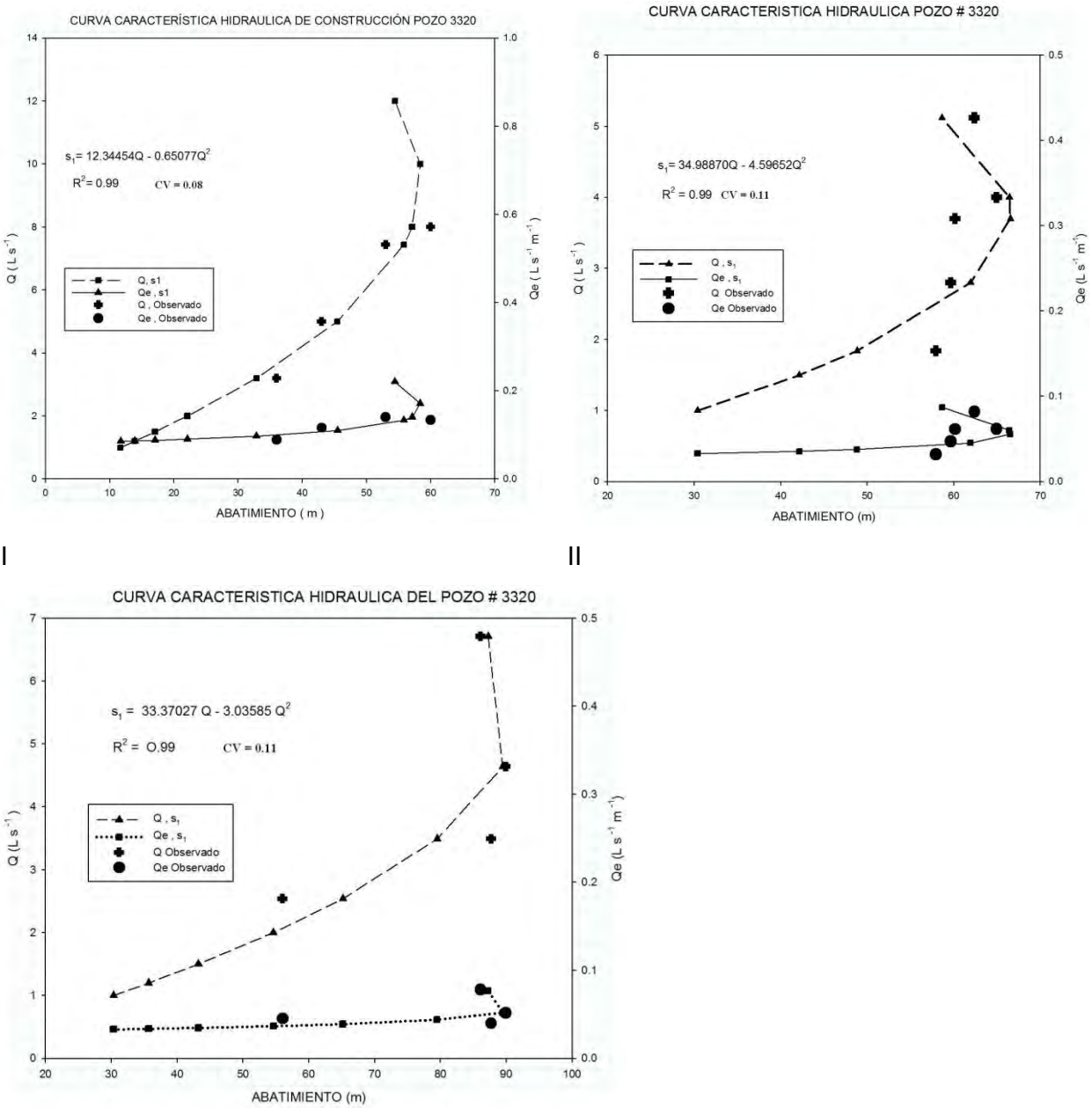


Figura 2. Curvas característica hidráulica de pozo profundo piloto estudiado; I Durante su construcción, II durante su operación, III después de su rehabilitación de motor.

CONCLUSIONES

Imposible extraer un caudal mayor de 8 Ls^{-1} lo cual abatiría el volumen almacenado en el pozo (lo secaría) situación que desde el aforo realizado durante su construcción lo demostró; con la ayuda de la prueba de aforo fue posible encontrar un modelo de abatimiento del pozo así como su curva característica lo cual, contribuyen en cuanto a predecir en forma razonable cuales van a ser los descensos y los caudales obtenibles de un pozo, tanto a corto como a mediano plazo.

De acuerdo a los resultados presentados, se concluye que es recomendable obtener la ecuación de abatimiento del pozo, curva característica hidráulica y eficiencia hidráulica del pozo desde su construcción hasta su dictaminacíon de reposición con dichas herramientas metodológicas lo cual nos permite tener un control del pozo profundo durante su vida, en el caso estudiado, desde su construcción se tenía conocimiento de su inestabilidad a la extracción de agua subterránea, posterior al aforo se estimo que un equipamiento electromecánico sumergible era el adecuado y con una mayor profundidad de su columna de bombeo que la del aforo con la intención de al menos obtener 12 Ls^{-1}, sin embargo durante 10 años solo se pudo extraer del acuífero entre 3.5 a 5 L s^{-1} con comportamiento hidráulico del pozo profundo similar al desde su construcción, en su rehabilitación donde solo se cambio motor eléctrico con más velocidad rotacional de revoluciones por minuto (RPM) que el original, siguió conservando el mismo comportamiento hidráulico y su ecuación de abatimiento no indica problemas de perdidas en carga en pozo razón por la cual no se da rehabilitación al mismo, de alguna manera todos estos diagnósticos en los diversos de su vida productiva nunca requirió rehabilitación el pozo profundo por problemas de obstrucción de rejillas, por lo que, no hubo costos al respecto, en lo referente al equipamiento electromecánico al cambiar solo motor y esto debido a que este se quemo, se noto una mejora en la eficiencia electromecánica (34% operación a 46% en rehabilitación) lo que indica que pueden hacerse mejoras en eficiencia electromecánica siempre y cuando no se le extraiga un caudal mayor de 6 a 8 L s^{-1} que es una decisión definida desde su construcción (Figura 2).

BIBLIOGRAFÍA

Aparicio M., F. J., 1992. Fundamentos de Hidrología de superficie. Ed. LIMUSA primera reimpresión: 1992 ISBN 968-18-3014-8, P 272 – 275.

Chávez, O., J. C. 2006 Metodologías para la evaluación de eficiencias electromecánica e hidráulica en la extracción de aguas subterráneas. Tesis profesional Febrero 2006 UAAAN-UL, Torreón, Coah. Méx.

Campillo U., R. 2013. Desarrollo de pozos y la depresión específica http://es.scribd.com/doc/71422289/Desarrollo-de-Pozos-y-Depresion-Especifica. (Consulta: Mayo 07, 2013).

CNA (MAPAS) 2007. Rehabilitación de pozos (157 P. PDF) del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS), Comisión Nacional del Agua (CNA), SEMARNAT Gobierno Federal; http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/Libros/44RehabilitacionDePozos.pdf (Consulta: 07 de Mayo del 2013)

Helweg, O. J. 1992. Recursos hidráulicos, planeación y administración. Limusa. México, D.f.

Jha, M. K., G. Nanda, and M. P. Samuel. 2004. Determining hydraulic characteristics of production wells using genetic algorithm. Water Resour. Manage. 18: 353-377.

Román L A., E. A. Catalan V., M.A. Inzunza I., M. M. Villa C., M.A. Velazquez V. y S. F. Mendoza M. 2007. Modelos de abatimiento del nivel de bombeo y eficiencia hidráulica en un pozo profundo estable. AGROFAZ VOL: 7 Num. 1. P. 39 – 46. Revista digital: http://www.agrofaz.mx/Doc/7-1.pdf [consultada el 09 de Mayo de 2013].

Román López, Abel, Inzunza-Ibarra, Marco Antonio, Villa-Castorena, Magdalena, Catalán-Valencia, Ernesto Alonso. 2011. Modelación del abatimiento de pozos profundos Terra Latinoamericana [en línea] 2011, 29 (Enero-Marzo): [Fecha de consulta: 8 de mayo de 2013] Disponible en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id = 57319955001

SAS Institute. 2001. Release 6.12 for Windows. SAS Institute. Cary, NC, USA.

Villanueva Martínez, Manuel; Iglesias López, Alfredo 1984. Capítulo VIII. Curvas características de libro digital pozos y acuíferos. Técnicas de evaluación mediante ensayos de bombeo; del instituto geológico y minero de España (IGME). [Fecha de consulta: 8 de mayo de 2013] Disponible en: http://aguas.igme.es/igme/publica/libro35/lib35.htm

Williams, D. E. 2013. The well /Aquifer Model. http://www.roscoemoss.com/(Consulta: Mayo 06, 2013).

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA DIETA Y PERFIL METABOLICO DE BOVINOS EN PASTOREO DURANTE LA SEQUÍA

Manuel Murillo Ortiz[1*], Esperanza Herrera Torres[1], Osvaldo Reyes Estrada[1], Francisco O Carrete Carreón[1]

[1]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Juárez del Estado de Durango
muom8@yahoo.com.mx

INTRODUCCION

El estado de Durango forma parte del desierto Chihuahuense en el que las lluvias varían de 150 hasta los 379 mm anuales y se presentan principalmente durante los meses de julio, agosto y septiembre (Kerley y Whtford, 2000). La región cuenta con grandes extensiones de pastizales que constituyen fuentes de alimento para el ganado, mismos que por las sequías y el sobrepastoreo se han degradado paulatinamente. Durante las sequias recurrentes hasta el año 2013, en el Estado de Durango se han perdido aproximadamente 6,200 cabezas de ganado bovino, lo cual ha provocado la disminución en los ingresos financieros de la ganadería bovina, las cual es considerada la actividad pecuaria más importante del estado (SAGARPA, 2013). En este contexto, la evaluación del valor nutricional de la dieta de bovinos en pastoreo durante la estación seca adquiere relevancia debido a la importancia de conocer los nutrientes que son consumidos por los animales. Sin embargo, se ha propuesto complementar esta información con variables que reflejen la eficiencia con la cual los principales nutrientes aportados por la dieta son utilizados por los animales. Hasta ahora, las variables más utilizadas son las concentraciones sanguíneas de glucosa, nitrógeno ureico y de ácidos grasos no esterificados (González-García *et al.* 2011). En México, son pocos los estudios científicos que se han realizado sobre los cambios estaciónales en estas variables y su relación con el valor nutricional de la dieta consumida por bovinos en libre pastoreo durante la estación seca. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar la composición química de la dieta y las concentraciones sanguíneas de glucosa, nitrógeno ureico y ácidos grasos no esterificados de bovinos en libre pastoreo durante los meses del año de máxima sequía.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio y periodos de colección de muestras

El trabajo se desarrolló durante el año 2009 en un pastizal mediano arbosufrutescente localizado al sur de Durango a los 104° 32´ 21 ´´ longitud oeste y 24° 22´00´´ latitud norte. A 1800 msnm, con clima seco (Bs1k) y temperatura media anual de 16 a 18^{0}C. La colección de

muestras de la dieta asi como de muestras sanguíneas para la determinación de metabolitos se desarrollaron durante los meses de marzo, abril, mayo y junio.

Composición química de la dieta

Para la obtención de muestras de la dieta se utilizaron cuatro novillos de la raza Brangus fistulados del esófago de un PV de 350 kg. La colección de muestras de la dieta se realizó por la mañana (7:00 h) por periodos de 45 min y durante 4 d consecutivos (Holecheck *et al.,* 1982). Una vez terminada la colecta, las bolsas se retiraron de los animales y las muestras se dejaron escurrir por 1 h, enseguida se introdujeron en bolsas de plástico y se conservaron en hielo hasta su transporte al laboratorio. A las muestras de la dieta se les determinaron los contenidos de materia seca (MS), proteína cruda (PC) (AOAC, 2005); fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), lignina (L) (Van Soest *et al.* 1991) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) (Ankom, 2008).

Metabolitos sanguíneos

De 15 becerros Charolais (245 Kg de PV) pertenecientes al hato en estudio, se tomaron mensualmente muestras de sangre (12 ml) de la vena yugular utilizando Vacutainer con heparina. Las muestras sanguíneas se centrifugaron a 2500 rpm durante 20 min y se mantuvieron en congelación a -20°C. Las concentraciones de glucosa (GLU), nitrógeno ureico (NU) y ácidos grasos no esterificados (AGNES) en plasma fueron determinadas por espectrofotometría empleando kits RANDOX® (2614 para GLU, Ureasa/Berhelot 640 para NU y 115 para AGNES).

Análisis estadístico

Las variables se sometieron a un diseño de mediciones repetidas en el tiempo (Littell *et al.,* 1996). Se tomó como efecto repetido el mes y el animal como efecto aleatorio. Los datos se ajustaron con la estructura de covarianza autoregresiva de primer orden. En el análisis de datos se utilizó el procedimiento MIXED de SAS (2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química de la dieta consumida por bovinos en pastoreo se muestra en el cuadro 1. El valor más alto de PC se registró en marzo y el más bajo en junio ($P<0.05$); aunque no se registraron diferencias en el contenido de PC de la dieta consumida por el ganado entre los meses de marzo, abril y mayo ($P>0.05$). Durante los cuatro meses, todos los valores de PC registrados en la dieta consumida por el ganado fueron inferiores a los requerimientos establecidos para bovinos en pastoreo por la NRC (2000; 7 % PC). También, los valores de PC de la dieta registrados en este estudio en los cuatro meses de muestreo son inferiores a los

reportados por Cline *et al.* (2009). No se registraron diferencias en los valores de FDN en la dieta consumida por el ganado en los meses de mayo y junio (P>0.05); pero fueron diferentes a los valores de FDN de la dieta observados en abril (P<0.05). Valores de FDN iguales o superiores a 80 % limitan el consumo de materia seca de rumiantes en pastoreo (Forbes, 1995). Con la excepción de los meses de marzo y abril los contenidos de FDN de la dieta consumida por el ganado en los meses de mayo y junio registraron valores de FDN superiores a 80 %. Los contenidos más altos de FDA y L de la dieta se registraron en junio y los bajos en abril (P < 0.05). Chávez *et al.* (1986) encontraron variaciones estacionales en los contenidos de FDN, FDA y L de la dieta de bovinos en pastoreo en pastizales nativos del norte de México y coinciden con los resultados reportados por Chávez y González (2008) quienes atribuyen las diferencias estacionales a la fenología de los pastizales. El valor más alto de DIVMO de la dieta se observó en marzo y el más bajo en junio (P<0.05). Estos valores son inferiores a los reportados por Villalobos *et al.* (2000) en la dieta de bovinos en pastoreo en el norte de México.

Cuadro 1. Composición química de la dieta consumida por bovinos en pastoreo durante la estación seca.

	Meses de muestreo				
	Marzo	Abril	Mayo	Junio	EED
MS %	93.7^{a}	94.2^{a}	94.1^{a}	94.0^{a}	0.92
PC %	4.3^{a}	4.1^{ab}	3.8^{ab}	3.5^{b}	0.15
FDN %	78.6^{b}	79.6^{ab}	80.3^{a}	80.6^{a}	0.87
FDA %	57.3^{b}	57.8^{b}	58.3^{ab}	59.1^{a}	0.89
L %	6.2^{b}	6.9^{ab}	7.1^{a}	7.8^{a}	0.12
DIVMO %	56.4^{a}	55.5^{ab}	54.3^{b}	52.6^{c}	1.1

^{abc} Medias dentro de las hileras con literales distintas son diferentes (P<0.05)
EED: Error estándar de la diferencia entre medias

En el cuadro 2 se muestra las concentraciones de metabolitos sanguíneos en bovinos en pastoreo. Las concentraciones de GLU más altas se registraron en el mes de marzo y las más bajas en el mes de junio (P<0.05); aunque estadísticamente fueron iguales a las concentraciones de GLU observadas en abril y mayo (P>0.05). Los valores de GLU observados en este estudio se mantuvieron en las concentraciones normales (45 a 75 mg/dL) para bovinos de carne (Kaneko *et al.,* 2004). Concentraciones superiores de GU a las del presente estudio fueron observadas en novillos en pastoreo por Hersom *et al.* (2004) (69.4 mg/dL). De igual manera, las concentraciones de NU más altas se registraron en el mes de marzo y las más

bajas en el mes de junio (P<0.05) y fueron estadísticamente iguales a las concentraciones de NU observadas en abril y mayo (P>0.05). Las concentraciones de NU registradas en los cuatro meses de estudio fueron más bajas que las reportadas por Waterman *et al.* (2006) (10.5 mg/dL) en bovinos en pastoreo. Sin embargo, se coincide parcialmente con las concentraciones de NU reportadas por Romero *et al.* (2007) en las época seca (6.4 mg/dL) en bovinos en pastoreo. Las concentraciones de NU registradas en los animales durante los meses de estudio podrían ser resultado de un bajo aporte de proteína degradable en el rumen de la dieta. Las concentraciones de AGNES más altas se registraron en el mes de junio y las más bajas en el mes de marzo (P<0.05). Las concentraciones sanguíneas de AGNES aumentan con el avance de la madurez del forraje lo cual puede indicar un balance energético negativo de los animales como consecuencia de bajos consumos de energía metabolizable (Abeni *et al.* 2004).

Cuadro 2. Metabolitos sanguíneos en bovinos en pastoreo durante la estación seca.

	Meses de muestreo				
	Marzo	Abril	Mayo	Junio	EED
Glucosa	49.3[a]	48.8[ab]	47.4[b]	47.1[b]	1.60
N-ureico	6.3[a]	6.0[ab]	5.6[b]	5.7[b]	0.96
AGNES	0.129[b]	0.130[ab]	0.132[a]	0.136[a]	0.84

[ab] Medias dentro de las hileras con literales distintas son diferentes (P<0.05)
EED: Error estándar de la diferencia entre medias

CONCLUSIONES

Las variables de composición química de la dieta y las concentraciones plasmáticas de metabolitos fueron afectadas por los meses del año máxima sequia. El escaso contenido de proteína de la dieta consumida por los animales durante estos meses, provoca la baja condición corporal y en casos extremos la sobrevivencia del ganado. Lo anterior se complementa con las concentraciones registradas de metabolitos sanguineos los cuales reflejan bajos aportes de energía y proteína degradable de la dieta consumida por los animales durante la sequía.

BIBLIOGRAFÍA

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.

ANKOM, (2008). Procedures for fiber and *in vitro* analysis.

AOAC, (2005). Official Methods of Analysis, AOAC International. 18th Edn., Association of Official Analytical Chemist, Washington DC., USA., pp: 212-220

Chávez, S.A., G.L.C. Fierro, R.H. Peña, G.E. Sánchez y M.V. Ortiz. 1986. Composición botánica y valor nutricional de la dieta de bovinos en un pastizal mediano abierto en la región central de Chihuahua. Téc. Pecu. Mex. 50:90-105.

Chávez, S.A.H. y G.F. González. 2008. Estudios Zootécnicos I (Animales en Pastoreo). En: Chávez SAH editor. Rancho Experimental la Campana, 50 años de Investigación y Transferencia de Tecnología en Pastizales y Producción Animal. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Libro Técnico No 2:113-206.

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. Sc. 87:375-383.

Forbes, J.M. 1995. Voluntary Food Intake and Diet Selection in Farm Animals. CAB. International. 238 p.

González-García, E., N. Debus, P. Hassoun, S. Camous, M.R. Aurel, F. Bocquie, and F. Barillet. 2011. Blood metabolites and hormones as potential markers of body reserves dynamic balance in ruminants (abstract). J. Anim. Sci, J. Dairy. Sci. 89, 94(Suppl 1):443.

Hersom, M.J., R.C. Wettemann, C.R. Krehbiel, G.W. Horn and D.H. Kesiler. 2004. Effect of live weight gain of steers during winter grazing. III. Blood metabolites and hormones during feedlot finishing. J. Anim. Sci. 82:2059-2068.

Holecheck, J.L., M. Vavra and R.D. Pieper. 1982. Methods for determining the nutritive quality of range ruminants diets: A Review. J. Anim. Sci. 35:309-315.

Kaneko, J.J., J.W. Harvey and M.L. Bruss. 1997. Clinical biochemistry of domestic animals. 5th ed. San Diego, California, USA: Academic Press.

Kerley, G.I.H. and W.G. Whitford. 2000. Impact of grazing and desertification in the Chihuahuan Desert: plants communities, granivores and granivory. American Midland Naturalist. 144:78-91.

Littell, R.C., G.A. Miliken, W.W. Stroup and R.D. Wolfinger. 1996. SAS system for mixed models, Cary NC: SAS Institute Inc.

NRC. 2000. Nutrient requirements of bef cattle. Seventh Revised Edition. National Research Council (U.S). Subcommittee of beef cattle Nutrtion; Washington, D,C. National Academic Press.

Romero, E.M., E. Gutiérrez, H. Bernal, H. Morales, J. Colin, E. Olivares, O. Gutiérrez, V. Torres y H. Dennis. 2007. Estacionalidad en la concentración de metabolitos sanguíneos de vacas Charolais y Beefmaster en pastoreo de zacate Buffel en el noreste de México. Rev. Cubana. Cienc. Agric. 41:237-242.

SAGARPA. 2013. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Delegación Durango. Boletín Informativo.

SAS. SAS/STAT. User´s Guide (Release 9.1). Cary, NC, SAS Inst. Inc. Statistical Analysis System Institute;2003.

Van Soest, P.J., J.B. Robertson and B.A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74:3583-3597.

Villalobos, G.C., V.E. González y S.J.A. Ortega 2000. Técnicas para estimar la degradación de la proteína y materia orgánica en el rumen y su importancia en rumiantes en pastoreo. Téc. Pec. Méx. 38:119-134.

Waterman, R.C., J.E. Sawyer, C.P. Mathis, D.E. Hawkins, G.B. Donart and M.K. Petersen. 2006. Effects of supplements that contain increasing amounts of metabolizable protein with or without Ca-propionate salt on postpartum interval and nutrients partitioning in young beef cows. J. Anim. Sci. 84:433-446.

CALIDAD NUTRITIVA DE HOJAS, TALLOS Y VAINAS DE ECOTIPOS DE PASTO BANDERITA (*Bouteloua curtipendula)*

Fernando Sánchez Arroyo[1*], Adrian Quero Carrillo[2], Francisco O Carrete Carreón[1], Esperanza Herrera Torres[1], Manuel Murillo Ortiz[1]

[1]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Juárez del Estado de Durango. [2]Ganadería. Campus Montecillos. Colegio de Postgraduados- UACh.
*fsanchezamx@yahoo.com

INTRODUCCIÓN

En el norte de México existen grandes extensiones de pastizales nativos y zonas de matorrales que han sido degradados principalmente por el sobrepastoreo y la sequía. De los factores limitantes de mayor importancia es la humedad disponible para el establecimiento y producción de especies forrajeras. La precipitación durante el año es escasa y su distribución es incierta. Otro factor limitante son las temperaturas extremas y las grandes pérdidas de agua por escurrimiento superficial, los cuales influyen en la sobrevivencia y establecimiento de pastos (Morales *et al.,* 2008). En estas áreas, la severidad del deterioro requiere de la aplicación tecnologías para su recuperación y es precisamente la siembra de pastos, arbustos y árboles forrajeros, una de las opciones para recuperar su productividad (Melgoza *et al.,* 1998). El Estado Durango, cuenta con 11.9 millones de ha, de las cuales alrededor de 50% está constituido por pastizales (INEGI, 2007); mismos que son utilizados como la unica fuentes de alimento por el ganado en libre pastoreo. No obstante, amplias superficies de los agostaderos presentan un alto grado de deterioro provocado por el sobrepastoreo asi como por otros factores climáticos como la sequìa y falta de obras de conservación de suelo y agua. En situaciònes como las anteriormente descritas, la resiembra de tierras de pastoreo con pastos nativos que se adapten a una amplia gama de suelos y condiciones climáticas son una alternativa viable. No obstante, en nuestro pais se ha generado poca informaciòn entorno a la caracterizaciòn de la calidad nutritiva de los principales ecotipos de pastos nativos como el pasto banderita. El objetivo del trabajo fue determinar la calidad nutritiva de ecotipos de zacate banderilla *(Bouteloua curtipendula).*

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

El trabajo se desarrolló en el ejido Tuitán, municipio de Nombre de Dios, Durango. El suelo es rojo castaño, de origen volcánico, textura franco arenosa y con buen drenaje. El área se ubica a 24º 01´ 11'' de latitud norte y a los 104º 15' 51'' de longitud oeste, a 1883 msm. La precipitación

media anual es de 450 mm y la temperatura media es de 18 °C. Los análisis químicos se realizaron en el laboratorio de nutrición animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango.

Origen de los ecotipos

Se utilizaron 9 ecotipos de pasto banderita identificados aleatoriamente con los siguientes números: 5, 47, 65, 66, 296, 303, 331, 357, 417 y la variedad comercial Reno. El material se obtuvo de un banco de ecotipos propiedad del Colegio de Postgraduados, unidad Salinas de Hidalgo (San Luis Potosí).

Manejo y siembra de los ecotipos

La siembra se realizó en invernadero en charolas comunes, tipo almácigo. La semilla se sembró en cama de peat moss y se cubrió con vermiculita fina. Los riegos se dieron diariamente. A 20 días post.-siembra, se trasplantó a charolas individuales cuyo sustrato consistió en suelo del mismo agostadero y los materiales se trasladaron a vivero para su desarrollo. Desde la germinación hasta el trasplante a campo, se regó de acuerdo a la necesidad de humedad. A los 49 días después de la siembra, se fertilizó con triple 17 a razón de 3 gr por litro y se aplicó medio litro de agua por charola. El trasplante en campo se hizo en tierra a capacidad de campo 56 días después de la siembra con semilla. Durante el traslado, las plantas estaban protegidas contra la convección del aire y radiación solar. La cama de siembra consistió en barbecho y rastra cruzada con un riel para emparejar el suelo. En el trasplante se establecieron cuatro parcelas de cada ecotipo con 25 plantas cada parcela. El establecimiento fue en cinco surcos equidistantes a 80 cm con distancia entre plantas de 50 cm. El desarrollo de las plantas en campo fue en condiciones de temporal y las parcelas se mantuvieron libres de malezas sin fertilización. El muestreo de plantas para el análisis de la composición química y la digestibilidad se realizó en el momento en que las plantas se encontraban en floración. Se cortaron tres plantas (repeticiones) por cada ecotipo a una altura de cinco cm del suelo y se mantuvieron en bolsas independientes para su desintegración por componentes: hojas, tallos y vainas.

Análisis químicos

A cada componente de las plantas de los ecotipos se les determinaron los contenidos de proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), lignina (L) (AOAC, 2005) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (Ankom, 2008). El valor relativo de forraje (VRF) se calculó con las formulas propuestas por Minson (1990): DIVMS= 88.9 - (0.779-FDA); CMS= 120/FDN; VRF= DIVMS* CMS/1.29.

Análisis estadístico

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar cuyo factor de bloqueo fue la pendiente de las parcelas y las prueba de la diferencia minima significativa para detectar diferencias entre medias. En el análisis de los datos se utilizaron los procedimientos de GLM y MEANS de SAS (2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1 se presenta la calidad nutritiva de hojas, tallos y vainas de ecotipos del pasto banderita. El valor más alto de proteína en las hojas del pasto banderita se registró en el ecotipo 5 y el más bajo en las hojas del ecotipo 357 ($P<0.05$). Ambos valores cubren los requerimientos de PC de rumiantes en pastoreo (NRC, 2000; 7.0 % PC). El contenido de FDN más alto se registró en las hojas del ecotipo 357 y el más bajo en el ecotipo 125 ($P<0.05$). Aunque no se observaron diferencias en los contenidos de FDN de las hojas de los ecotipos 181, 417 y 357 ($P>0.05$). Los contenidos más altos de FDA y L se observaron en las hojas del ecotipo 5 y los más bajos en las hojas de los ecotipos 62 y 125, respectivamente ($P<0.05$). Las DIVMS fue más alta en las hojas del ecotipo 241 y las más baja en las hojas del ecotipo 5 ($P<0.05$). Sin embargo no se observaron diferencias en la DIVMS de las hojas en los ecotipos 241, 125, 303, y 417 ($P>0.05$). Las diferencias observadas entre ecotipos en los valores de DIVMS pueden explicarse a partir de los contenidos de FDN, FDA y L, puesto que existe una relación inversa entre ambos componentes (Van Soest, 1994). Los valores de VRF fueron más altos en las hojas del ecotipo 125 y los más bajos en las hojas del ecotipo 62 ($P<0.05$). Ambos valores representan una baja calidad nutritiva de las hojas de los ecotipos, puesto que forrajes con valores inferiores a 100 se consideran de bajo valor nutritivo (Minson, 1990).

Cuadro 1. Composición química y valor relativo de forraje de hojas, tallos y vainas del pasto banderita (*Bouteloua curtipendula)*

	Hojas					
Ecotipos	PC %	FDN %	FDA %	L %	DIVMS	VRF
5	14.8^{a}	69.9^{ab}	41.6^{a}	4.2^{a}	56.5^{d}	72.7^{f}
Reno	10.2^{b}	68.8^{bc}	36.5^{d}	2.6^{c}	59.2^{ab}	81.8^{b}
47	8.9^{b}	69.1^{b}	39.0^{b}	3.5^{b}	58.3^{b}	78.6^{c}
62	10.0^{b}	68.3^{c}	28.4^{e}	2.5^{c}	57.8^{c}	71.8^{f}
125	9.9^{b}	67.1^{d}	36.6^{d}	2.5^{c}	60.2^{a}	86.4^{a}
181	10.3^{b}	70.6^{a}	39.8^{b}	3.5^{b}	58.2^{bc}	74.8^{e}
241	9.7^{b}	67.3^{d}	36.5^{d}	3.2^{b}	60.3^{a}	76.1^{d}
303	9.4^{b}	68.3^{c}	37.1^{c}	2.6^{c}	60.1^{a}	80.5^{b}
357	7.8^{b}	72.3^{a}	38.9^{b}	3.1^{b}	58.6^{bc}	77.8^{cd}
417	8.6^{b}	71.0^{a}	36.7^{d}	3.8^{ab}	60.2^{a}	76.2^{d}
EED	0.48	0.67	0.49	0.84	1.1	1.3
	Tallos					
Ecotipos	PC %	FDN %	FDA %	L %	DIVMS	VRF
5	4.8^{b}	82.6^{a}	53.4^{a}	8.3^{a}	46.5^{c}	54.5^{c}
47	5.2^{ab}	80.3^{b}	51.1^{c}	8.6^{a}	49.1^{ab}	53.6^{cd}
62	5.1^{ab}	80.2^{b}	36.7^{d}	8.3^{a}	48.5^{ab}	52.8^{d}
125	2.8^{c}	82.7^{a}	52.4^{a}	7.6^{b}	47.8^{bc}	54.9^{c}
181	5.1^{ab}	82.3^{a}	50.9^{c}	7.5^{b}	48.4^{ab}	52.9^{d}
241	5.8^{a}	80.6^{a}	50.6^{c}	7.2^{b}	49.6^{a}	59.1^{a}
303	5.3^{ab}	78.6^{d}	51.3^{c}	8.0^{a}	48.1^{b}	54.8^{c}
357	5.5^{ab}	79.5^{cd}	51.9^{b}	8.4^{a}	48.5^{ab}	57.9^{b}
417	4.2^{b}	80.5^{b}	52.5^{ab}	7.6^{b}	48.9^{ab}	57.8^{b}
EED	0.48	0.28	0.94	0.62	1.6	1.4
	Vainas					
Ecotipos	PC %	FDN %	FDA %	L %	DIVMS	VRF
5	6.0^{ab}	75.4^{a}	45.9^{a}	3.9^{c}	53.6^{b}	69.7^{cd}
47	5.4^{bc}	74.6^{ab}	45.4^{a}	5.1^{a}	54.5^{b}	68.5^{d}
62	5.2^{bc}	72.5^{c}	31.6^{e}	4.8^{ab}	53.8^{b}	68.1^{d}
125	4.9^{c}	70.6^{d}	39.7^{d}	3.7^{c}	57.4^{a}	72.1^{b}
181	6.9^{a}	74.3^{ab}	43.6^{bc}	4.2^{bc}	54.7^{b}	68.5^{d}
241	6.1^{ab}	74.3^{ab}	42.0^{c}	5.0^{a}	56.5^{a}	70.3^{c}
303	5.7^{ab}	73.2^{bc}	40.8^{d}	4.2^{bc}	57.9^{a}	74.1^{a}
357	5.0^{bc}	73.3^{bc}	44.0^{b}	3.9^{c}	54.3^{b}	68.2^{d}
417	5.0^{bc}	73.9^{bc}	44.5^{b}	4.1^{bc}	56.5^{a}	70.4^{c}
EED	0.61	0.39	0.73	0.12	2.1	1.1

^{abcde} Medias dentro de columnas con literales distintas son diferentes (P<0.05)
EED: Error estándar de la diferencia entre medias

En relación con la calidad nutritiva de los tallos del pasto banderita, los valores más altos de PC se registraron en los tallos del ecotipo 241 y los más bajos en los tallos del ecotipo 125 ($P<0.05$); mientras que los valores más bajos de FDN se observaron en los tallos del ecotipo 303 y los más altos en los tallos del ecotipo 125 ($P<0.05$). El reducido contenido de PC registrado en los tallos del ecotipo 125, puede explicarse por su alto contenido de FDN en comparación con los demás ecotipos evaluados. De acuerdo con (Hackmann *et al.,* 2008) entre más alto es el contenido de FDN de los forrajes su contenido de PC es más reducido. No se observaron diferencias en los contenidos de FDA en los tallos de los ecotipos 5 y 125 ($P>0.05$); pero fueron diferentes a los contenidos de FDA observados en los tallos de los demás ecotipos evaluados ($P<0.05$). No se observaron diferencias en los contenidos de L en los tallos de los ecotipos 5, 62, 303 y 357 ($P>0.05$). El valor más bajo de L se observó en los tallos del ecotipo 241 y fue igual a los contenidos de L de los tallos de los ecotipos 125, 181 y 417 ($P>0.05$). Al igual que con las hojas, los tallos del ecotipo 5 registraron los valores más bajos de DIVMS y los más altos en los tallos del ecotipo 241 ($P<0.05$). El VRF mas alto se observó en los tallos del ecotipo 241 y el más bajo en los tallos del ecotipo 62 ($P < 0.05$). Ambos valores al ser inferiores a 100 muestran una baja calidad nutritiva (Minson, 1990).Los contenidos PC de las vainas de los ecotipos 181, 241, 303 y 5 no registraron diferencias ($P>0.05$) y fueron superiores a los valores de PC de las vainas de los demás ecotipos ($P<0.05$). El valor más bajo de PC se registró en las vainas del ecotipo 125, aunque fue igual a los contenidos de PC de las vainas de los ecoptipos 47, 62, 357 y 417 ($P>0.05$). En general los valores de PC de las vainas de todos los ecotipos, no alcanzan a cubrir los requerimientos de PC de rumiantes en pastoreo (NRC, 2000; 7. 0 % PC.). Los valores más altos de FDN y FDA se registraron en las vainas del ecotipo 5 y los más bajos en las vianas de los ecotipos 125 y 62, respectivamente ($P<0.05$). El valor más alto de L se observó en las vainas del ecotipo 47 y el más bajo en las vainas del ecotipo 125 ($P<0.05$). La DIVMS y el VRF fueron más altos en las vainas del ecotipo 303 y los más bajos en las vainas de los ecotipos 5 y 62, respectivamente ($P<0.05$).

Se ha generado poca información entorno a las variables de composición química y valor forrajero de los componentes de la planta de los ecotipos de pasto banderita, que fueron evaluados en el presente trabajo lo cual limita una discusión más amplia de los resultados obtenidos. Sin embargo, se reportan valores promedio de PC, DIVMS y energía metabolizable de la planta completa del pasto banderita de 4.0 %, 37. 2 % y 1.55 Mcal/Kg MS, respectivamente (Minson, 1990). Las plantas de los ecotipos de pasto banderita evaluados en este estudio, fueron recolectados en la fase de floración. Tena *et al.* (1984) reporta valores de 6.5 % de PC para el pasto banderita en floración. Las hojas de todos los ecotipos asi como las

vainas del ecotipo 181 presentaron valores superiores al valor de PC de la planta completa de pasto banderita en floración. No obstante, los tallos de todos los ecotipos evaluados, registraron valores inferiores al valor promedio de PC de la planta completa del pasto banderita en floración. De igual manera, Ortiz (1976) reporta valores promedio de 42.4 % de DIVMS para el pasto banderita en floración, el cual es inferior a la DIVMS de las hojas, tallos y vainas, de todos los ecotipos evaluados en este estudio. A pesar de que las plantas de los ecotipos de recolectaron en estado de floración, se registraron valores de FDN, FDA y L similares a forrajes de baja calidad nutritiva. Valores de FDN iguales o superiores a 80 % limitan el consumo de materia seca de rumiantes en pastoreo (Forbes, 1995). Con la excepción de la mayor parte de los tallos de los ecotipos, los contenidos de FDN de hojas y vainas, de todos lo ecotipos evaluados registraron valores de FDN inferiores a 80 %.

CONCLUSIONES

Los resultados indican que los componentes de los ecotipos 5, reno, 181 y 241 presentaron los mejores atributos nutricionales. Todos los componentes de las plantas de los ecotipos registraron VRF inferiores a 100 lo cual indica baja calidad nutritiva. Se requieren estudios nutricionales adicionales para obtener una caratectizaciòn más profunda de la calidad nutritiva y VRF de los ecotipos de pasto banderita que fueron evaluados en el presente estudio.

BIBLIOGRAFÍA

ANKOM. 2008. Procedures for fiber and *in vitro* analysis.

AOAC. 2005. Official Methods of Analysis, AOAC International. 18th Edn., Association of Official Analytical Chemist, Washington DC., USA., pp: 212-220

Forbes, J.M. 1995. Voluntary Food Intake and Diet Selection in Farm Animals. CAB. International. 238 p.

Hackmann, T.J., S.D. Sampson and J.N. Spain. 2008. Comparing relative feed value with degradation parameters of grass and legume forages. J. Anim. Sci. 86:2444-2356.

INEGI. 2007. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Anuario Estadístico Durango. México.

Melgoza, C.A., M.M.H. Royo, G.A.D. Báez, y L.G. Reyes. 1998. Situación de los predios ganaderos después de cuatro años de sequía en las zonas áridas y semiáridas de Chihuahua. Campo Experimental la Campana. INIFAP-SAGARPA. Folleto Técnico No. 4.

MInson, D.J. 1990. Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press. USA. 92 p.

Morales, N.C.R., R. Saucedo y P. Jurado. 2008. Rehabilitación y Mejoramiento de Pastizales. En: Chávez SAH editor. Rancho Experimental la Campana, 50 años de Investigación y Transferencia de Tecnología en Pastizales y Producción Animal. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Libro Técnico No 2. 91 p.

N.R.C. 2000. Nutrient Requirements of Domestic Animals, Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7th edition, National Academy of Sciences. National Research Council. Washington, DC, USA.

Ortiz, M.V. 1976. Digestibilidad *in vitro* de 10 gramíneas y un arbusto de Chihuahua. Boletín. Pastizales, RELC-INIP-SAG. Vol VII (5) 2-6 p.

SAS (2003). SAS User´s Guide (Release 9.1): SAS Inst, Inc., Cary, NC.

Tena, J., V Ortiz y F Gámez. 1984. Composición química de zacates nativos, introducidos y arbustivas en cuatro estados fenológicos. Contenido y fluctuación de nutrientes de las especies forrajeras consumidas por el ganado en los agostaderos de Chihuahua. Boletín Pastizales. RELC-INIP.SARCH. vol. XV (1) p 10-17

Van Soest, P.J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant, II ed. Cornell University Press, Ithaca.

INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE FRIO A LA SEMILLA DE AJO SOBRE LA GERMINACION DE PLANTAS

[1]Pedro Arredondo Lugo, [2]Manuel Reveles Hernández, [1]Gabriel García Herrera, [1]Ricardo Trejo Calzada, [1]Jose Ruiz Torres

[1]Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo, Domicilio conocido Bermejillo, Dgo. Apartado Postal 8. C. P. 35230, México. Correo electrónico: lugo@chapingo.uruza.edu.mx [2]Investigador del Campo Experimental Zacatecas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Km. 20.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, Calera, Zac. C.P. 98500, México.

INTRODUCCIÓN

La planta del ajo necesita acumular cierta cantidad de horas frio para diferenciar las yemas axilares en dientes y formar el bulbo, ya sean aplicadas en el terreno o sea aplicada con otras técnicas. Si durante el desarrollo vegetativo de la planta del ajo no se alcanzan las horas frio necesarias la planta no forma el bulbo (Volk and Rotindo, 2004). Burba (1983) y Silva (1982), observaron que cuando se someten los ajos semilla a almacenamiento en frío, estos tienden a aumentar el número de dientes por bulbo, sin embargo, conforme aumenta el tiempo de refrigeración disminuye el rendimiento y la calidad del bulbo.

La aplicación de las bajas temperaturas sobre los bulbos semilla antes de la siembra estimula la acumulación de citoquininas y giberelinas durante el tratamiento, modificando totalmente el equilibrio hormonal, lo cual conduce a una crecimiento más rápido y una bulbificación más precoz (Da Silva *et al.*, 2000).

Se reportan avances de investigación en los que se ha encontrado una respuesta de la semilla de ajo a la aplicación de frio expresándose en un incremento de la velocidad de germinación (Ledesma *et al*., 1997).

El objetivo del presente trabajo es determinar el efecto del periodo de frio en la semilla sobre la germinación de ajo Cv Calerense en Calera, Zacatecas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en una parcela de 1, 728 m² en el Campo Experimental Zacatecas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; ubicado en el kilómetro 20.5 de la carretera Zacatecas-Fresnillo, en el municipio de Calera de Víctor Rosales del Estado de Zacatecas, cuyas coordenadas y altura son 22°54´10” de latitud norte y 102°39´29” de longitud oeste y 2198 metros sobre el nivel del mar.

El experimento se realizó en un suelo de tipo Castañozem lúvico con textura franco arcilloso (36% arena, 29% arcilla y 33% limo).

Se evaluaron cuatro tratamientos y tres repeticiones usando un diseño de bloques completos al azar; la unidad experimental constó de dos camas de 4.0 metros de largo por 1.52 metros de ancho cada una, cada cama constó de 6 hileras de plantas, con 3 cintillas de riego por goteo de flujo medio, con 20 centímetros de distancia entre cada gotero. Los tratamientos consistieron en someter a la semilla de ajo durante 107, 84, 64 y 0 días de frio (DDF) a temperatura de -2°C.

Los muestreos se realizaron diariamente a partir de los 10 días después de la siembra (dds) hasta los 18 dds. El análisis de los datos se llevó a cabo mediante el Análisis de Varianza (ANOVA) bajo el diseño de bloques completos al azar; también se realizó la comparación de medias de las variables de respuesta por el método de Tukey mediante el Paquete de Diseños Experimentales de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Olivares, 1994).

RESULTADOS

Al realizar los análisis de varianza para porcentaje de germinación a partir de los 10 días después de la siembra (dds) se encontraron diferencias altamente significativas (α=0.01) entre tratamientos, que al realizar la comparación de medias por el método de Tukey con α=0.01 reflejó que el tratamiento de 107 días de frio (DDF) presentó mayor nacencia de platas que los tratamientos restantes (cuadro 1), además se observa una clara tendencia de mayor número de plantas emergidas a medida que se incrementó la cantidad de frio aplicado, y siendo notoria la diferencia de germinación entre el testigo sin frio que solo presentó un 6.6% de germinación mientras que el tratamiento de 107 DDF presentó el 84.4% para la misma variable evaluada.

A los 13 dds el porcentaje de emergencia de los tres tratamientos con frio se encuentra por encima del 90%; los dos tratamientos con mayor número de días de frio (107 y 84 días) no presentan diferencia estadísticamente significativa entre ellos, pero si presentan diferencia significativa con el tratamiento de 64 DDF. Pero comparando estos tres con el tratamiento sin frio, la diferencia es altamente significativa (α=0.01), ya que este último presenta un 69.1% de emergencia.

A los 18 dds se encontró diferencia significativa (α=0.05) entre los tratamientos con 0 y 64 DDF; los tratamientos con 107 y 84 DDF no presentan diferencias significativas entre ellos; todos los tratamientos evaluados alcanzaron valores por encima del 95% de emergencia. Sin embargo el tratamiento con 0 DDF presenta el menor porcentaje de emergencia de los cuatro tratamientos evaluados con un 96.3%.

Cuadro 1. Porcentaje de germinación de los bulbillos a partir de los 10 hasta los 18 días después de la siembra (dds).

Tratamiento (DDF)	Días después de la siembra (dds)					
	10	11	12	13	16	18
107	84.4 a	90.4 a	96.1 a	97.7 a	98.9 a	98.2 a
84	76.3 b	86.4 ab	91.3 ab	95.3 a	97.9 a	98.1 a
64	45.9 c	66.2 b	81.8 b	90.8 ab	95.7 a	97.1 ab
0	6.6 d	26.1 c	35.8 c	69.1 c	80 b	96.3 b
Nivel de Significancia.	**	**	**	**	**	*

Los resultados indican que los tratamientos con frio a -2°C tuvo un efecto fuerte sobre el tiempo de germinación, notándose un aumento conforme mayor fue el tiempo de exposición al frio (figura 1). Este comportamiento es consecuencia del adelanto en crecimiento de los meristemos apicales, tanto en brote como de raíz. Estos resultados concuerdan con los observados por Ledesma y colaboradores (1997), quienes al evaluar el efecto de frio de 5-10°C en semilla durante periodos de 1 y 2 meses encontraron mayor velocidad de germinación que en la semilla de ajo no tratada con frio.

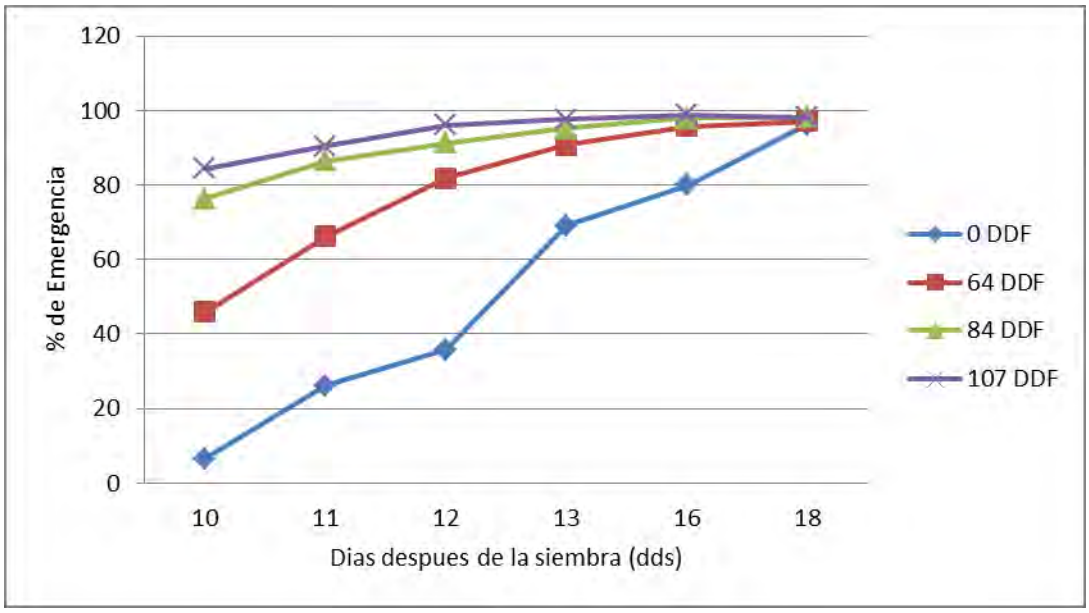


Figura 1. Porcentaje de germinación por efecto de la aplicación de periodos de refrigeración expresados en días de frio (DDF) a la semilla de ajo Cv Calerense.

En la figura 1 se muestra el comportamiento de la germinación de los cuatro tratamientos. La germinación se dio en forma gradual de acuerdo al periodo de frio al que fue sometido. En el tratamiento sin frio se observa que la mayor tasa de crecimiento se dio entre los 12 y 13 dds,

mientras que en los demás tratamientos el comportamiento de la tasa de crecimiento tuvo un comportamiento similar durante los días evaluados.

CONCLUSIONES

Los tratamientos sometidos a frio provocan una emergencia anticipada y más uniforme en comparación con el tratamiento sin frio. Con exposiciones de frio a -2°C y durante mayor tiempo de almacenaje de la semilla (107 días) se produjo el mayor número de plantas emergidas en un periodo de tiempo más corto y se obtuvo una germinación más homogénea.

BIBLIOGRAFÍA

Burba, J. L. 1983. Efeito do manejo de alho-semente (*Allium sativum* L.) sobre a dormência, crescimento e produção da cultivar Chonan. Universidad Federal de Viçosa, Estado de Mina Gerais, Brasil. 112 p.

Da silva, E.C., Rovilson, J., y Vanderlei, S.S. 2000. Efeitos do tempo de frigorificação em cultivares de *alho (Allium sativum* L.) provenientes de cultura de meristemas. Ciênc. Agrotec., Lavras, 24:939-946.

Ledesma, A., Núñez, S.B., Argüello, J.A. (1997). Almacenamiento de semillas a baja temperaturas, uso de reguladores y fertilizantes para la producción de ajos tempranos. Una propuesta. In: 50 temas selectos sobre producción de ajo. Vol. 3. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Mendoza Argentina.

Olivares Sáenz, E. 1994. Paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía UANL. Marín, N.L.

Silva, J. L. 1982. Análise do crescimento de alho (*Allium sativum L.*) cultivar Chonan, sob três períodos de frigorificação pré-plantio dos bulbos. Lavras: ESAL, 76 p.

Volk G.M., K. Rotindo and W. Lyons. 2004. Low-temperature storage of garlic for spring planting. HortScience (39)3:571-573.

CONTENIDO PROTEÍNA EN EL NOPAL *Opuntia ficus-indica* A DIFERENTES TIEMPOS CON *Sacharomyces cereviseae*

Berúmen H. L.[1*], Herrera T.E.[1], Murillo O. M.[1], Páez L. J. B.[2]

[1]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Juárez del Estado de Durango. berumen_les85@hotmail.com [2]Departamento de Ingenierías Química y Bioquímica. Instituto Tecnológico de Durango.

INTRODUCCIÓN

La producción de forraje en el norte de México es limitada por lo irregular de la distribución de las lluvias durante el año, lo cual resulta en una baja disponibilidad de forraje sobretodo en la época de secas. 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. Una alternativa es emplear nopal como sustrato para la producción de biomasa microbiana. La masa de microorganismos obtenida (levaduras, hongos, bacterias) posee un alto valor proteico, por lo que recibe el nombre de proteína unicelular (Grba *et al*., 2002). Especies de levaduras como *S. cereviseae* se han empleado para la generación de biomasa. Esta especie de levadura presenta una amplia utilización y aceptación en la alimentación animal. Esto puede representar una ventaja para su empleo (Liti *et al*., 2001). El proceso de producción de proteína unicelular es una vía biotecnológica adecuada para incrementar el valor proteico de alimentos con bajo contenido de proteína. Por lo que, emplear nopal en este proceso permitiría darle valor agregado, al obtenerse proteína de calidad para la alimentación animal (Ghaly y Kaman, 2004). El objetivo de este trabajo fue evaluar el contenido de proteína del nopal Opuntia ficus-indica fermentado a diferentes tiempos con *S. cereviseae*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El nopal (*Opuntia* V6) se colectó en el Rancho Santa Cruz del Aguaje ubicado en el km 23 de la carretera Durango-Mezquital. La investigación se realizó en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango, México. Ambos sitios están 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).

Para fermentar el nopal se colocaron 250 g de nopal cortado en cubos de 1 cm y se colocaron en 15 matraces erlenmeyer de 500 ml (3 matraces por tiempo de fermentación) y se les añadió 250 g de nopal, 2.5 g de *S. cereviseae* y 2.5 g de urea. Los matraces fueron incubados a 32 ºC

por 0, 24, 48, 72 y 96 h. El contenido de proteína cruda, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido y lignina del nopal forrajero fue de 6.71, 38.24, 13.03 y 3.87 % respectivamente.

Al final del proceso de fermentación, las muestras fueron pesadas y colocadas en charolas de aluminio para realizar el secado a 55ºC por 24 h en una estufa de aire forzado. Las muestras fueron pesadas y molidas para su posterior análisis químico.

El contenido de materia seca (MS) y proteína cruda (PC) fueron determinados de acuerdo a las recomendaciones de la AOAC (1994). El porcentaje de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y lignina (L) fueron obtenidos mediante el método propuesto por Van Soest (1991). La digestibilidad *in vitro* de la MS (DIVMS) fue determinado con el método propuesto por ANKOM (2008).

Los datos obtenidos de la composición química fueron analizados bajo un diseño completamente al azar empleando el paquete estadístico del SAS (2009).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El contenido de MS total del nopal fermentado fue diferente a las 0 48 y 72 h de fermentación ($P<0.05$, Cuadro 1). A partir de las 24 h se registró una disminución en el porcentaje de MS. Sin embargo, el contenido de PC se incrementó en un 81.86 % con la adición de levadura y urea a las 24 h de iniciado el proceso de fermentación ($P<0.05$). A partir de este tiempo se observa una disminución en el contenido de PC. Resultados similares a los de este estudio fueron registrados por Araujo *et al*. (2005) en nopal fermentado con 5% de *S. cereviseae* a 30ºC de temperatura (10.74 y 14.88 % de MS y PC, respectivamente).

Cuadro 1. Composición química del nopal fermentado a diferentes tiempos.

Tiempo(h)	MS (%)	PC (%)	FDN (%)	FDA (%)	L (%)	DIVMS (%)
0	93.22^{a}	33.82^{ab}	23.85^{ab}	11.42^{a}	2.94^{a}	87.00^{b}
24	94.67^{ab}	37.01^{a}	21.91^{abc}	13.52^{a}	2.65^{a}	93.48^{a}
48	91.92^{b}	31.93^{ab}	16.46^{c}	12.13^{a}	2.67^{a}	95.39^{a}
72	92.26^{b}	31.89^{ab}	17.47^{bc}	13.15^{a}	2.64^{a}	87.60^{b}
96	92.50^{ab}	26.39^{b}	24.18^{a}	13.32^{a}	2.60^{a}	93.34^{a}
EEM	1.89	6.63	4.39	2.94	0.22	6.5

^{abc} Medias con diferente literal no son iguales ($P<0.05$). MS= materia seca, PC= proteína cruda, FDN= fibra detergente neutro, FDA= fibra detergente ácida, DIVMS= digestibilidad *in vitro* de la materia seca

El porcentaje de FDN disminuyó al avanzar el tiempo de fermentación (P<0.05). Mientras que, la concentración de FDA fue igual entre los tiempos de fermentación (P>0.05). No obstante, es importante mencionar que el nopal fermentado puede considerarse como un forraje de buena calidad pues contiene menos del 40% de FDN (Van Soest, 1982) y menos del 30% de FDA (Mertens, 1994). La DIVMS fue diferente entre las 24 y 72 h de fermentación (P<0.05). Da Silva, et al., (2005) reportaron 95.8 % de DIVMS en nopal fermentado con *S. cereviseae* lo cual coincide con la DIVMS observada a las 48 h de fermentación en este estudio.

De acuerdo los resultados obtenidos en este estudio se concluye que el nopal fermentado con *S. cereviseae* incrementó 88.87 % su contenido de PC a las 24 h de fermentación.

BIBLIOGRAFÍA

AOAC. 1994. Official Methods of Analysis. Vol II 16th Edition.Association of Official Analytical Chemists International.*Gaithersburg, Maryland. Chapter 32:24-32.*

Araujo, L.F., M. A. Nunes, N. A Perazzo, O. L. S. Conrado, F. L. H. Da Silva. 2005. Protein Enrichment of cactus pear (*Opuntiaficus- indica mil*) using *Sacharomycescereviseae* in solid state fermentation. Brazilian Archives of Biology and Technology. 161:168

ANKOM Technology. 2008. Proceduresforfiber and *in vitro*analysis.

Da Silva H. L. F. L., Araújo F. L., Medeiros N. A., Neto P. A., Oliveira C. S. L. 2005.Protein enrichment of cactus pear (o*puntiaficus – indica Mill*) using *saccharomyces cerevisiae* in solid-stateFermentationBrasil.Brazilian archives of Biology and technology and international journal. Vol.48, Special n.: pp. 161-168

Mertens, D.R. 1994. Regulation of forage intake. P. 450-493. In: Fahey Jr. G.C. (Ed). Forage quality, evaluation and utilization. Madison, WI. USA. American Society of Agronomy.

SAS. 2009. SAS User´s Guide (Release 9.1): SAS Inst, Inc., Cary, NC.

Van Soest P.J. 1982. Nutritional Ecology of Ruminant. Corvallis. O. nd B. Books

Van Soest P.J., J.B. Robertson, B.A. 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. *J. Dairy. Sci.* 74:35-83.

CALIDAD NUTRITIVA DE TRES GRAMÍNEAS FORRAJERAS A PARTIR DE LA PRODUCCIÓN DE GAS *IN VITRO*

Miztli A Aroña Rios[1*], Manuel Murillo Ortiz[2], Esperanza Herrera Torres[2], Leslie Berumen Hernandez[3]

[1]Estudiante de la maestría Producción de Rumiantes. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UJED, [2]Facultad de Medicina Veterinaria-UJED. [3]Estudiante del Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Forestales-UJED
*mizz.13@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Las sequias recurrentes en el norte de México, han intensificado el uso de praderas de clima templado como un recurso alimenticio para el ganado durante el estiaje. En el valle del Guadiana (Durango), existen alrededor de 20 mil hectáreas (ha) de riego, de los cuales se utilizan 30% en invierno y 80% en primavera-verano. En los últimos años la superficie de pradera bajo riego en Durango se ha incrementado a tal grado de llegar a sembrar alrededor de 9 mil ha, principalmente con rye grass anual (Reyes *et al*., 2001). El uso de praderas de gramíneas asociadas con leguminosas incrementa la calidad de la dieta, ya que estas tienen la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico al suelo, lo que hace más eficiente la producción de biomasa (Hernandez, 1998). Estos pastos tienen su máxima producción durante la época de estiaje, en la cual hay escasez de forraje en los ranchos ganaderos del Estado de Durango (Reyes y Sanchez, 2000). Entre los pastos más importantes que se utilizan en las mezclas de pradera se encuentran las gramíneas forrajeras rye grass anual (*Lolium multiflorum*), bromo (*Bromus inermis*) y orchard (*Dactylis glomerata*) (Reyes *et al*., 2001). A pesar de la importancia que tienen las gramíneas forrajeras en la alimentación del ganado, son escasos los trabajos en los que se han evaluado la composición química y su relación con la cinética de producción de gas *in vitro*. La técnica de producción de gas *in vitro* determina la extensión y la cinética de degradación de los forrajes a través del volumen producido durante el proceso fermentativo a intervalos de tiempo (Theodorou *et al*., 1994). Una ventaja de esta técnica es que el curso fermentativo y el papel de los componentes solubles del sustrato pueden ser cuantificados. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es determinar la composición química y los parámetros de producción de gas in vitro de tres gramíneas forrajeras de clima templado.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango, México ubicada en el km 11.5 de la carretera Durango-Mezquital. Localizada a 24º28'N, 104º40'W, y a 1890 m sobre el nivel del mar (INEGI, 2004).

Forrajes

Los forrajes evaluados fueron: rye grass anual (*Lilium multiflorum*) bromo (*Bromus inermes Leyss)* y orchard (*Dactylis glomerata*).

Técnica de producción de gas *in vitro*

Se utilizo un sistema semi-automatizado para medir la producción de gas. En frascos de vidrio con capacidad para 50 ml, se colocaron muestras de los forrajes (200mg) con una mezcla formada a partir de líquido ruminal (20 ml) y solución buffer (20 ml). Posteriormente los frascos de vidrio se colocaron en una cámara de incubación a temperatura constante (39ºC) y con agitación. La presión originada por los gases en la parte superior fue medida a través de un transductor de presión conectado a un lector digital. Los tiempos de lectura para la medición de gas fueron de: 0, 3, 6,12, 24, 36, 48 y 72 horas

Análisis Químicos

A las muestras de cada forraje se les determinó por triplicado materia orgánica (MO), proteína cruda (PC) y extracto etéreo (EE) (AOAC, 1995); fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y lignina (L) (Van Soest, 1991).

Análisis estadístico

Los datos de la composición química y los parámetros de producción de gas *in vitro* fueron analizados con un diseño completamente al azar y para detectar diferencias entre medias se utilizó la prueba de Tukey. En el análisis de datos se utilizó el procedimiento GLM (SAS, 2003); mientras que para la estimación de los parámetros de producción de gas *in vitro* se utilizó el procedimiento NLIN de SAS (2003). Las curvas de producción de gas in vitro se ajustaron con el modelo Orskov y MacDonald (1979): $PG= a + b * (1- exp^{-ct})$ Donde: PG= Producción acumulativa de gas al tiempo t; a= Es el gas producido por (ml) la fermentación de la fracción soluble y rápidamente disponible de alimento; b= = Gas producido (ml) por la fermentación de la fracción insoluble pero lentamente fermentable; c= Tasa constante a la cual se produce el gas por hora.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición química

El cuadro 1 muestra la composición química de los forrajes evaluados. No se registraron diferencias en los contenidos de proteína cruda (PC) en el rye grass anual y bromo (P>0.05) pero fueron diferentes al pasto Orchard (P<0.05). No se observaron diferencias en los contenidos de fibra detergente neutro (FDN) entre pastos (P>0.05). Aunque el contenido de fibra detergente ácido del rye grass anual fue menor y diferente a los pastos bromo y orchard (P<0.05). No se observaron diferencias en los contenidos de lignina (L) entre pastos (P>0.05).

Cuadro 1. Composición química de los forrajes

	Rye Grass Anual	Bromo	Orchard	EED
MO %	81.12 [b]	81.55 [b]	84.38 [a]	0.25
PC %	18.95 [a]	18.23 [a]	12.72 [b]	0.53
EE %	3.95 [a]	3.86 [a]	3.98 [a]	0.16
FDN %	56.04 [b]	56.58 [ab]	56.93 [a]	0.3
FDA%	24.63 [b]	30.16 [ab]	38.07 [a]	4.16
L %	6.27 [a]	8.12 [a]	4.98 [a]	5.03

[ab] Medias dentro de las hileras con diferente literal son distintas (P < 0.05)
EED: Error estándar de la diferencia entre medias

Producción de gas *in vitro*

En el cuadro 2 se muestran los parámetros de producción de gas *in vitro*. La producción de gas *in vitro* para la fracción "a" fue diferente entre pastos (P<0.05). El valor más alto de a se observó en el rye grass anual y el más bajo en el bromo, lo mismo se observo para la fracción "b". No se observaron diferencias en las tasas constantes de producción de gas *in vitro* "c" entre el orchard y el bromo (P >0.05): pero fueron diferentes a la "c" del pasto rye gras anual.

Cuadro 2. Parámetros de producción de gas *in vitro*

	Rye Grass Anual	Bromo	Orchard	EED
a (ml/200mg)	8.3[a]	0.47[c]	1.44[b]	0.17
b (ml/200mg)	82.2[a]	45.5[c]	49.2[b]	0.82
c (ml/h)	0.03[c]	0.09[a]	0.09[a]	0.001

[abc] Medias dentro de las hileras con diferente literal son distintas (P < 0.05)
EED: Error estándar de la diferencia entre medias

En este trabajo, el contenido de PC en el bromo fue mayor a 14.0% encontrado por Powell en (2012), así como los componentes de la pared celular, denominados FDN según Van Soest (1994) también fueron mayores al 53.4% que reporto Powell (2012). El contenido de PC en el rye gras anual fue mayor al 11.7% reportado por Alomar (2013), así mismo, los valores reportados de FDN son mayores a los que encontraron Powell (2012) y Alomar (2013) con un 51.1% y 52.4% respectivamente. No obstante, Brake (2012) en pasto orchard reporta una menor cantidad de PC (11.5%) y porcentaje mayor de FDN (63%). En nuestro país se ha generado poca información sobre los parámetros de producción de gas *in vitro* de gramíneas, lo cual complica la contrastación de los resultados obtenidos en el presente estudio. No obstante, Liu (2002) utilizó heno de pasto (ryegrass hay) y reporta un valor de "c" (2.30 ml/h) mayores a las tasas de producción de gas de los forrajes evaluados en este trabajo.

CONCLUSIONES

Este estudio mostró que la utilización de las gramíneas forrajeras en la alimentación del ganado es buena alternativa debido a sus altos porcentajes de PC, así como por los altos porcentajes de producción de gas provenientes de la fermentación de la fracción insoluble (Fibra) pero lentamente fermentable.

BIBLIOGRAFÍA

Alomar, D., R. Anrique, P. Meissner y V. Moreira. 2013. Composición química y digestibilidad *in vivo* de ensilaje de ballica italiana (*L. Multiflorum*) en cuatro estados fisiológicos. Agro sur v.25 n.1 Valdivia.

AOAC, 1995. Official Methods of Analysis. 12th Edition. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C. USA. 1930 pp.

Hernandez, Y. 1998. La fijación biológica del nitrógeno. Rev. Cubana cienc. Agric. 1988, 32:2233.

Brake, A. C., A.L. Goetsch, A.L. Foster and K. Landis. 2012. Feed intake, digestion and digesta characteristics of cattle fed Bermudagrass or Orchardgrass alone or with Ground Barley or Corn. J Anim Sci 67:3425-3436.

Liu J.X., A. Susenbeth and K.H Sudekum. 2002. *In vitro* gas production measurements to evaluate interactions between untreated and chemically treated rice straws, grass hay and mulberry leaves. J Anim Sci 80:517-524.

Orskov, E.R. and I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci. Vol. 92 pp 499-503.

Powell, K., R.L. Reid and J.A. Balasko. 2012. Performance of lambs on perennial ryegrass, smooth bromegrrass, orchardgrass and tall fescue pastures II. Mineral utilization, *in vitro* digestibility and chemical composition of herbage. J Anim Sci 46:1503-1514.

Reyes, M.F. y F. Sánchez. 2000. Engorda de vacas flacas en pradera: una buena alternativa para la temporada de estiaje en el valle del Guadiana. Inifap.

Reyes, M.F., F. Sánchez, y F.O. Carrete. 2001. Acondicionamiento de novillos para explotación en praderas de ballico anual y trébol alejandrino. Inifap.

SAS (2003) SAS User's Guide (Release 9.1): SAS Inst., Inc,.Cary, NC.

Theodorou, M.K., B.A. Williams, M.S. Dhanoa and J.France. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. Anim. Feed. Sci. Technol. 48, 185-197.

Van Soest, P.J., J.B. Robertson and B.A. Lewis. 1991. Methods for dietary neutral detergent fiber, and non starch polisacarides in relation to animal nutrition. Symposium: Carbohidrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. J. Dairy. Sci. 74:3583

Van Soest, P.J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2nd ed. Cornell Univ Press Ithaca, New York, USA: Acade

CONTENIDO DE PROTEÍNA DEL NOPAL FORRAJERO FERMENTADO CON *Saccharomyces cerevisiae*

Herrera T.E.[1*], Murillo O. M.[1], Berumen H.L. [1], Páez L.J.B.[2]

[1]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Juárez del Estado de Durango. hetoes99@yahoo.com.mx [2]Departamento de Ingenierías Química y Bioquímica. Instituto Tecnológico de Durango

INTRODUCCIÓN

La producción de forraje en el norte de México es limitada por lo irregular de la distribución de las lluvias durante el año, lo cual resulta en una baja disponibilidad de forraje sobretodo en la época de secas. 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. Una alternativa es emplear nopal como sustrato para la producción de biomasa microbiana. La masa de microorganismos obtenida (levaduras, hongos, bacterias) posee un alto valor proteico, por lo que recibe el nombre de proteína unicelular (Grba *et al*., 2002). Especies de levaduras como *Saccharomyces cereviseae* se han empleado para la generación de biomasa. Esta especie de levadura presenta una amplia utilización y aceptación en la alimentación animal. Esto puede representar una ventaja para su empleo (Liti *et al*., 2001). El proceso de producción de proteína unicelular es una vía biotecnológica adecuada para incrementar el valor proteico de alimentos con bajo contenido de proteína. Por lo que el emplear el nopal en este proceso permitiría darle valor agregado, al obtenerse proteína de calidad para la alimentación animal (Ghaly y Kaman, 2004). El objetivo de este trabajo fue evaluar el contenido de proteína en el nopal fermentado con *Saccharomices cereviseae*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Sitio de estudio

El nopal (*Opuntia* V6) se colectó en el Rancho Santa Cruz del Aguaje ubicado en el km 23 de la carretera Durango-Mezquital. La investigación se realizó en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango, México. Ambos sitios están 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).

Fermentación del nopal

Para llevar a cabo la fermentación del nopal se colocaron: 250 g de nopal cortado en cubos de 1 cm en 15 matraces Erlenmeyer de 500 ml (3 matraces por tratamiento) (T1); 250 g de nopal + 2.5 g de un cultivo de células de levadura viva de Saccharomyces cereviseae (T2) y 250 g de nopal + 2.5 g de levadura + 2.5 g de urea (T3). Los matraces fueron incubados a 32 ºC por 48 h.

Análisis químicos

A las muestras de nopal fermentado se les midió el pH con un potenciómetro (Marca Hanna) y enseguida se secaron a 55 ºC por 24 h en una estufa de aire forzado. A las muestras secas se les determinó el contenido de materia seca, proteína cruda (PC)(AOAC, 1994) y fibra detergente neutro (FDN) (Van Soest, 1991).

Análisis estadístico

Los datos obtenidos de la composición química fueron analizados bajo un diseño completamente al azar empleando el paquete estadístico del SAS (2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido de MSI del nopal fermentado con S. cereviseae y urea (T3) fue mayor comparado con T1 y T2 (Tabla 1; $P<0.05$). Esta diferencia en el contenido de MSI podría atribuirse al crecimiento de *S. cereviciae* en el nopal al hacer un uso eficiente de los carbohidratos del nopal el cual produce CO_2 , H_20 y energía en forma de ATP (Sato y Sudo, 1999).

El contenido de proteína fue diferente entre los tratamientos (Tabla 1; $P<0.05$). La adición de levadura mas urea incrementó un 85 % el contenido de proteína en el nopal fermentado. Resultados similares a los obtenidos en el nopal fermentado con S. cereviseae (T2) son similares a los registrados por Araujo *et al*. (2005) en nopal fermentado con 5% de *Saccharomices cereviseae* y a 30 ºC (14.88 %).

Tabla 1. Composición química del nopal fermentado con *Saccharomyces cereviseae*

	T1	T2	T3	EEM
MSI (%)	10.19^{b}	11.46^{b}	16.79^{a}	0.21
PC (%)	5.95^{c}	15.52^{b}	32.36^{a}	0.44
FDN (%)	24.12^{a}	21.22^{b}	16.46^{c}	0.30
pH	6.54^{a}	6.23^{b}	6.00^{c}	0.01

^{abc} Medias con distinta literal son diferentes. MSI= materia seca inicial, PC= proteína cruda, FDN= fibra detergente neutra

El contenido de FDN en el nopal fermentado fue diferente entre los tratamientos (Tabla 1; P<0.05). No existe literatura de referencia para la discusión de estas variables. No obstante, es importante mencionar que el nopal fermentado puede considerarse como un forraje de buena calidad pues contiene menos del 40% de FDN (Van Soest, 1982) y menos del 30% de FDA (Mertens, 1994).

El pH fue diferente en el nopal fermentado con los diferentes tratamientos (P<0.05).

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos se concluye que la adición de levadura y urea al nopal forrajero incrementó en un 85 % el contenido de PC. Además se observa que con este mismo tratamiento el contenido de FDN disminuyó en relación con el nopal del T1, lo que sugiere el empleo de los carbohidratos estructurales por parte de *Sacharomyces cereviseae* durante el proceso de fermentación.

BIBLIOGRAFÍA

AOAC. 1994. Official Methods of Analysis. Vol II 16th Edition. Association of Official Analytical Chemists International. *Gaithersburg, Maryland. Chapter 32:24-32.*

Araujo, L.F., M. A. Nunes, N. A Perazzo, O. L. S. Conrado, F. L. H. Da Silva. 2005. Protein Enrichment of cactus pear (*Opuntia ficus- indica mil*) using *Sacharomyces cereviseae* in solid state fermentation. Brazilian Archives of Biology and Technology. 161:168

Ghaly, A., M. Khamal. 2004. Submerged yeast fermentation of acid cheese whey for proteins production and pollution potential reduction. Water Research 38:631-644

Grba, S. T. Sthelik, N. Stanzar, N. Vahele, N. Skrlin. 2002. Selection of yeast strain of *Kluyveromyces marxianus* for alcohol and biomass production on whey. Chemical and Biochemical Engineering. 16:1:13-16

Liti, G., F. Wardrop, G. Cardinali, A. Martini, G. Walker. 2001. Differential responses to antimycin A and expression of crabttree effect in select *Klyuveromyces* spp. Annals of microbiology . 51:235-243

Mertens, D.R. 1994. Regulation of forage intake. P. 450-493. In: Fahey Jr. G.C. (Ed). Forage quality, evaluation and utilization. Madison, WI. USA. American Society of Agronomy.

SAS. 2009. SAS User´s Guide (Release 9.1): SAS Inst, Inc., Cary, NC.

Sato K. & Sudo S (1999) Small Scale solid state fermentation. In: Demain A. L. and Davies, J.E. (Eds.) Manual of industrial microbiology and biotechnology. 2 ed. 61-79 pp

Van Soest P.J. 1982. Nutritional Ecology of Ruminant. Corvallis. O. nd B. Books

Van Soest P.J., J.B. Robertson, B.A. 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. *J. Dairy. Sci.* 74:35-83.

IDENTIFICACIÓN DE RAZAS DE *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (SACC.) SNYDER AND HANSEN EN PREDIOS DE TOMATE EN SAN LUIS POTOSÍ

Rosendo Hernández Martínez[*1], Alfonso López Benítez[2], Fernando Borrego Escalante [2], José Espinoza Velázquez[2], David Sánchez Aspeytia[3], Ignacio Eduardo Maldonado Mendoza[4]

[1]Campo Experimental Rio Bravo-INIFAP. Carretera Matamoros-Reynosa, Km 61 A.P. 172. C.P. 88900. Rio Bravo, Tamaulipas. México. [2]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Depto. de Fitomejoramiento, Calzada Antonio Narro No. 1923 Saltillo, Coahuila, México. C.P. 25315. [3]INIFAP Unidad Saltillo, Carretera Saltillo-Zacatecas km. 342+119, No. 9515, Col. Hacienda de Buenavista, Saltillo, Coahuila. C.P. 25315. [4]CIIDIR-IPN Unidad Sinaloa, Departamento Agropecuario Boulevard Juan de Dios Bátiz Paredes No. 250 A.P. 280 Guasave, Sinaloa, MÉXICO. C.P. 81100. [*]Autor para correspondencia: hernandez.rosendo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El tomate, como todos los cultivos, es afectado por diferentes factores que limitan su producción y por ende su rentabilidad. Una de las enfermedades de mayor importancia para este cultivo es la marchitez vascular causado por *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Fol) (Sacc.) Snyder y Hansen (Agrios, 2005). La existencia de razas fisiológicas en *Fol* fue demostrada mediante pruebas de patogenicidad, donde las razas son distinguidas por su virulencia sobre variedades de tomate que llevan genes específicos para resistencia (McGrath *et al* 1987). El método más sencillo, barato, efectivo y seguro para su control en la producción agrícola es el uso de cultivares resistentes (Fernández-Valiela, 2001). Sin embargo, es de particular importancia para el fitomejorador, el conocimiento y entendimiento de la capacidad de variación genética de un patógeno, pues esto constituye el origen y posterior diseminación de nuevas razas fisiológicas con la habilidad para atacar variedades que previamente eran resistentes. Los objetivos de este trabajo fueron determinar, mediante pruebas de patogenicidad la variabilidad en la virulencia de aislamientos de Fol en predios productores de tomate en el estado de San Luis Potosí y la identificación de las tres razas por genotipificación en variedades con resistencia diferencial a las razas de Fol y confirmando estas observaciones empleando una metodología de PCR anidado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo, aislamiento y purificación del patógeno. El 27 de octubre del 2011, se colectaron 27 muestras de tallos de plantas enfermas con síntomas característicos de marchitez vascular por *Fusarium* en cinco predios tomateros comerciales del municipio de Villa de Arista de San Luis Potosí. Las variedades muestreadas fueron: China, Rafaello, Antare, 7705, Moctezuma,

Aníbal, Imperial, El Cid y Tipsey. Los predios muestreados fueron: Agro Viva, Rancho el Clérigo, San Gilberto, Santa María Elena, Lourdes. Las muestras colectadas se transportaron en hielera al laboratorio de Patosistemas Agrícolas del Departamento de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro para aislar el hongo en medio de cultivo Papa-Dextrosa-Agar (PDA), para identificarlo morfológicamente y purificarlo. La identificación de los aislamientos se hizo considerando la sintomatología en plantas enfermas, la observación y comparación de sus características morfológicas de micelio y conidios en medio de cultivo a nivel microscópico.

Pruebas de patogenicidad en diferenciales. Los genotipos que se utilizaron como materiales diferenciales fueron; Bonny Best, sin genes de resistencia y susceptible a las tres razas; Manapal, resistente solo a la raza 1 por la presencia del locus *1* pero susceptible a las razas 2 y 3; Walter, resistente a las razas 1 y 2 debido a la presencia de los loci *1* y *1-2*, pero susceptible a la raza 3; e I3R3, resistente a las razas 1, 2 y 3 debido a la presencia del gen *1-3* (Reis *et al*., 2004). La siembra de las variedades diferenciales se realizó el 10 de diciembre del 2011 y se inocularon con el hongo Fol 25 días después de siembra, siguiendo el método de inmersión de puntas de raíz (Williams, 1981). El experimento consistió en el establecimiento de cinco plantas de cada una de las cuatro variedades diferenciales con tres repeticiones para cada uno de los aislamientos, bajo un diseño de bloques al azar. Las plántulas de cada juego de diferenciales se sumergieron durante dos minutos en una suspensión de 1 x 10^6 conidios por mL, para cada aislamiento del hongo. Después de la inoculación, las plántulas fueron trasplantadas a vasos de plástico de 0.5 L de capacidad, manteniéndose en el invernadero a una temperatura aproximada de 25 ± 2° C bajo condiciones de luz natural y de humedad. La evaluación de la respuesta a la inoculación se realizó 25 días después de la inoculación con base a la presencia o ausencia de síntomas de la enfermedad. La severidad de la enfermedad se evaluó utilizando la escala de severidad del 1 al 5 de Marlatt *et al*. (1996).

Identificación de razas de Fol por PCR diferencial. Se realizó la amplificación de ADN por la técnica de PCR anidada que consiste en dos reacciones secuenciales de PCR, utilizando como templado para la segunda reacción el producto obtenido de la primera, el cual contiene el fragmento que se desea amplificar en la segunda reacción. Para las primeras reacciones, se amplificaron los fragmentos de los genes *endo* poligalacturonasa (*pg1*) y *exo* poligalaturonasa (*pgx4*), utilizando el conjunto de primers endoF + endoR y exoF + exoR descritos por Di Pietro *et al.* 1998 y Posada *et al.* 2000. La amplificación del ADN se realizó en un termociclador Multigene (Labnet International, Inc., EUA). Las condiciones del amplificador fueron: desnaturalización 4 min a 95ºC; seguido de 30 ciclos de 1 min a 94ºC, anillamiento 1 min a

62ºC y elongación 2 min a 72ºC; y un ciclo final de 5 min a 72ºC. Para la segunda reacción de PCR anidado se utilizaron los primers unif + unir, sp23f + sp23r para la re-amplificación del gen *pg1* y sp13f + sp13r, sprlr + sprlr para re-amplificar el gen *pgx4*, descritos por (Hirano y Arie 2006), empleando la misma concentración de reactivos y programa de PCR de la primera reacción. Las condiciones de amplificación fueron las mismas que se emplearon en la primera reacción de PCR.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los 27 aislamientos colectados en las nueve variedades comerciales cultivadas de tomate con síntomas de marchitez por *Fusarium* solo cinco produjeron colonias en medio de cultivo PDA con micelio y conidios con características morfológicas propias de *Fusarium oxysporum*. Estos cinco aislados (cuadro 1) fueron identificados con el nombre del predio del cual procedían, produjeron severos síntomas de la marchitez por *Fusarium* en las variedades Bonny Best y Manapal, indicando su completa susceptibilidad, es decir estos aislamientos deben ser diferentes a la raza 1. La variedad Walter mostró completa susceptibilidad a tres de los cinco aislamientos y resistencia a dos, indicando que estos dos aislamientos pueden identificarse como Fol raza 2. Algunas plantas de la variedad I3R3 considerada como resistente a la raza 3, mostraron algunos signos de susceptibilidad, lo cual fue atribuido por Reis *et al*, (2004) a una posible variabilidad genética en la raza 3 o una posible impureza genética en el cultivar BHRS-2,3 utilizado como resistente a esta raza 3. Un segundo y tercer experimento con los mismos cultivares diferenciales mostraron de nuevo algunas plantas de la variedad diferencial I3R3 susceptibles a la raza 3. Es importante continuar monitoreando la variabilidad genética para virulencia en Fol en lo que respecta a la raza 3. Esta situación aunada a la aparición de una nueva raza de este patógeno puede constituir una enfermedad económicamente muy importante para los productores de tomate. Estos resultados indicaron la presencia de solo las razas 2 y 3 en los predios analizados en San Luis Potosí. Ortega (2010) reportó también la presencia de las razas 2 y 3 de Fol en el estado de Morelos. Es probable que estas razas del hongo hayan sido introducidas a las áreas productoras de tomate de México mediante semilla contaminada, ya que actualmente las semillas de las variedades cultivadas en México son de importación. Existe también la posibilidad de que la raza 3 de este hongo se haya originado a través de un cambio genético en las poblaciones locales nativas de California de Fol como lo señalan Cai *et al*., (2003). Las tres razas de este hongo se han descrito en México en áreas productoras de tomate distantes unas de otras, (Valenzuela *et al*., 1996, Carrillo *et al*., 2003, Ascencio *et al.,* 2008), las reportan en lotes comerciales de tomate en Culiacán, Sinaloa, en

Baja California Sur (Holguín 2005) y en Morelos (Ortega 2010), por lo que es probable que el origen de estas razas en México haya sido mediante introducción de semilla contaminada. Las razas identificadas fueron raza 2 en variedades de Rafaello y Tipsey en los predios Agro Viva y Rancho el Clérigo, y la raza 3 en las variedades El Cid, Aníbal y 77-05 en los predios San Gilberto, Santa María Elena y Lourdes. Estos resultados sugieren una incidencia del 40 % de Fol raza 2 y un 60% de la raza 3. En todos los casos se reaisló el hongo para comprobar la presencia del patógeno y la misma raza. Cai *et al*. (2003) hicieron las mismas pruebas y al determinar las razas los cultivares susceptibles mostraron síntomas de amarillamiento severo y marchitez, mientras que los cultivares resistentes no presentaron ningún síntoma, coincidiendo con estos mismos resultados.

Cuadro 1. Identificación de razas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* en lotes comerciales de tomate en Villa de Artista, San Luis Potosí.

		Variedades Diferenciales				
Predio (Aislado)	Variedad de Origen	Bonny Best	Manapal	Walter	I3R3	Raza
1. San Gilberto	El Cid	S	S	S	R	3
2. Santa María Elena	Aníbal	S	S	S	R	3
3. Agro Viva	Rafaello	S	S	R	S	2
4. Rancho el Clérigo	Tipsey	S	S	R	S	2
5. Lourdes	77-05	S	S	S	R	3

S = susceptible; R = resistente

Estos mismos resultados se obtuvieron mediante la técnica de PCR de acuerdo a Hirano y Arie (2006) para la identificación de las diferentes razas de Fol, Cuadro 2. Los aislados 3 y 4 presentaron un patrón que corresponde al de la raza 2 reportado por Hirano y Arie (2006) en donde los pares de primers uni y sp23 amplificaron (Cuadro 2). La amplificación con el par de primers uni en los aislados 1, 2 y 5 indican que el aislado corresponde a Fol o Forl de acuerdo a Hirano y Aire (2006). La ausencia de amplificación en el PCR anidado con el par de primers sprl indica que no se trata de Forl de acuerdo al patrón reportado en Hirano y Arie (2006). El patrón reportado para aislados japoneses de Fol raza 3 por Hirano y Arie (2006) es la amplificación con los pares de primers uni, sp13 y sp23. En nuestro grupo, con aislados provenientes de los estados de Morelos (Domínguez, 2012), Sinaloa y Nayarit (datos no publicados) hemos encontrado un patrón en el cual se obtiene una amplificación única con el par de primers uni con aislados de Fol de la raza 3 identificados de acuerdo a variedades diferenciales de tomate,

incluyendo los tres aislados evaluados en este trabajo (1, 2 y 5). Este patrón aún no ha sido validado molecularmente, pero es posible postular que los aislados mexicanos difieren en las secuencias de los genes de la endo- (*pg1*) y exo-poligalacturonasas (*pgx4*). Esta validación molecular requiere hacerse en el futuro secuenciando estos genes a partir de un mayor número de aislados mexicanos, o bien, utilizar nuevos sets de primers como los reportados más recientemente por Lievens *et al*., (2009) diseñados para amplificar los genes para las proteínas secretadas en xilema (*Six*). En este trabajo se analizaron aislados de Fol a partir de diferente ubicación geográfica e incluyeron únicamente un aislado mexicano de Fol raza 1, por lo que si se emplean éstos primers también deberán ser validados con aislados de las diferentes razas de Fol provenientes de nuestro país. Otra posibilidad es que la raza de Fol que nos da el patrón con el par de primers uni aún no esté descrita en otros países. Para confirmar esta posibilidad, se requerirá realizar en el futuro, estudios filogenéticos empleando la secuenciación de diferentes regiones del genoma de Fol para la identificación inequívoca de los aislados de Fol provenientes de México.

Cuadro 2. Razas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* identificadas mediante la técnica de PCR en lotes comerciales de tomate en Villa de Arista San Luis Potosí.

		Primers				
Aislado	Variedad	uni	sp13	sp23	sprl	raza
1. San Gilberto	El cid	+	-	-	-	3
2. Santa María Elena	Anibal	+	-	-	-	3
3. Agro Viva	Rafaello	+	-	+	-	2
4. Rancho el Clérigo	Tipsey	+	-	+	-	2
5. Lourdes	77-05	+	-	-	-	3

CONCLUSIONES

La marchitez vascular del tomate en los predios tomateros y variedades muestreadas en la región de Villa de Arista, San Luis Potosí, es causado por Fol razas 2 y 3. Por lo tanto es necesario utilizar cultivares adaptados a la región con resistencia a la raza 3. Tanto las pruebas de patogenicidad mediante variedades diferenciales como la técnica de biología molecular PCR anidado coincidieron en determinar solo dos razas en las mismas variedades y en los mismos predios tomateros.

BIBLIOGRAFÍA

Agrios, G.N., 2005. Plant Pathology. Fourth Ed. Academic Press. New York, USA 635 p.

Ascencio AA, López BA, Borrego EF, Rodríguez HSA, Flores OA, Jiménez DF y Gómez VAJ. 2008a. Marchitez vascular del tomate: II. Herencia de la resistencia a la raza 3 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc.) Snyder y Hansen en tres especies del género *Lycopersicon*. Revista Mexicana de Fitopatología 26:180-183.

Di Pietro A and Roncero MIG. 1998. Cloning, expression and role in pathogenicity of *pg1* encoding the major extracellular *endo* polygalacturonase of the vascular wilt pathogen *Fusarium oxysporum.* Molecular Plant-*Microbe* Interactions 11:91-98.

Domínguez, A., G. 2012. Aislamiento, identificación y distribución de *Fusarium* spp. en jitomate cultivado en suelo bajo invernadero. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional. Centro de Desarrollo de Productos Bióticos (CEPROBI). Yautepec, Morelos, México.

Cai, G., Gales. I.R., Shecider, R. W., Kistler, H.C., Davis. R.M., Elias, K.s., and Miyao, E.M. 2003. Origin of race 3 of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* at a single site in California. Phytopathology 93:1014-1022.

Carrillo FJA, Montoya RTJ, García ERS, Cruz OJE y Sañudo BAJ. 2003. Razas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* Snyder y Hansen, en tomate (*Lycopersicon* Mill.) en el Valle de Culiacán, Sinaloa, México. Revista Mexicana de Fitopatología 21:123-127.

Fernández-Valiela, M.M. 2001. Introducción a la Fitopatología. INTA. Buenos Aires, Argentina. 518 p.

Hirano Y and Arie T. 2006. PCR-based differentiation of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* and *radicis-lycopersici* and races of *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici.* Journal of General Plant Pathology 72:273-283.

Holguín PRJ. 2005. *Fusarium* wilt of tomato caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* race 3 in Baja California Sur, México. Plant Disease 89:1360.

Lievens, B., Houterman, P. M., & Rep, M. (2009). Effector gene screening allows unambiguous identification of Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici races and discrimination from other formae speciales. *FEMS microbiology letters*, *300*(2), 201-215.

Marlatt, M., J. Correll and P. Kaufman. 1996. Two genetically distinct populations of *Fusarium oxysporum*. f. sp. *lvcopersici* race 3 in the United States. Plant. Dis. 80:1336-1342.

Mc Grath, D. J., Gillespie, G., y Vawdrey, L.1987. Inheritance of resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycoperici* races 2 and 3 of *Lycopersicon pennellii.* Australian Journal of Agricultural Research 38:729-733.

Ortega GJG. 2010. Diagnóstico de hongos fitopatógenos de jitomate y efecto de *Trichoderma asperelum* Tc74 sobre *Fusarium* spp. Tesis de Maestría en Ciencias en Manejo Agroecológico de Plagas y Enfermedades. Instituto Politécnico Nacional. Centro de Desarrollo de Productos Bióticos (CEPROBI). Yautepec, Morelos, México. 82p.

Posada ML, Patino B, De las Heras A, Mirete S, Vázquez C and González JMT. 2000. Comparative analysis of an *endo*-polygalacturonase coding gene in isolates of seven *Fusarium* species. Mycological Research 104:1342-1347.

REIS, A., Giordano, L.B., Lopes, C.A. y Boiteux, L.S. 2004. Novel sources of multiple resistance to three races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* in *Lycopersicon* germplasm. Crop Breeding and Applied Biotechnology 4:495-502. 2004.

Valenzuela Ureta, J.G., Lawn, D.A., Heisey, R.F., y Guzmán Z.V. 1996. First report of *Fusarium* wilt race 3, caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* of tomato in Mexico. Plant Dis. 80: 105.

Williams, P. H. 1981. *Fusarium* Yellows. In Screening Crucifers for Multiple Disease Resistance. P. H. Williams, Ed. University of Wisconsin. Pages 124-129.

EVALUACIÓN DE LA PALATABILIDAD RELATIVA DE DOS TIPOS DE FORRAJE VERDE HIDROPONICO (F.V.H), MAIZ (*Zea maíz)* Y TRIGO (*Triticum aestivum*) EN GANADO CAPRINO

Maldonado JJA[1], Reyes JI[1], Vélez LI[1], Triana GM[2], Valle MED[3].

[1] INIFAP-Campo Experimental La Laguna [2]Universidad Autónoma Chapingo-Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas [3]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna
maldonado.jorge@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La Región Lagunera es la zona productora de leche de cabra más importante de México, en esta región se producen cerca de 80 millones de litros de leche al año. La Región Lagunera cuenta con un inventario de 450,000 semovientes caprinos y aproximadamente 5300 familias se dedican a esta actividad (SAGARPA, 2002). A pesar de la importancia económica y social de esta especie, su explotación sigue siendo precaria, de tipo extensivo, con aplicaciones tecnológicas mínimas y desarrolladas en zonas áridas y semiáridas en terrenos marginales para el desarrollo del sector agropecuario, con suelos pobres y agostaderos sobrepastoreados y escasez permanente de lluvia, alta evaporación, suelos y aguas de riego de baja calidad, con indicadores productivos muy bajos (Salinas *et al.* 1991).

En la región existen dos objetivos de producción definidos, producción de leche y producción de cabrito, Este Sistema de producción de leche-cabrito se localiza en áreas donde los recursos alimenticios disminuyen considerablemente en el invierno, especialmente entre Enero y Febrero. La alimentación básica es la vegetación natural, constituida por pastos, brotes de arbustos y árboles, y los residuos de cosechas en las áreas de riego. Los principales factores limitantes de este sistema de producción están asociados a la carencia alimenticia y la concentración de los partos en el invierno (Salinas *et al.* 1991).

El forraje verde hidropónico (FVH) es una metodología de producción de alimento para el ganado que resulta propicia para evadir las principales dificultades encontradas en zonas áridas y semiáridas para la producción convencional de forraje para el ganado caprino. El FVH constituye una opción alternativa a los métodos convencionales de producción de forraje que contribuya a una actividad agropecuaria sostenible en las zonas áridas y semiáridas (Rodriguez, 2000).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevo a cabo del 20 de marzo al 30 de marzo del 2013, en las instalaciones del Campo Experimental La Laguna, ubicado en Matamoros, Coahuila. Se realizó una prueba de cafetería donde se utilizaron 20 sementales caprinos criollos, divididos en 2 grupos (n=10) esto para disminuir la competencia entre individuos, los animales fueron homogenizados en cuanto a peso vivo (PV) y condición corporal (CC), el grupo 1 con P.V de 44.6 y CC de 2.5, el grupo 2 con P.V de 44.8 kg y una CC de 2.4. A la totalidad de los animales se les ofreció el 3% de su P.V con una dieta base de heno de avena y triticale molido para cubrir sus necesidades de mantenimiento y eliminar el factor hambre a la hora de evaluar la palatabilidad del FVH. Al momento de ofrecer el FVH se eliminó la dieta base los comederos y se ofreció a razón de 500 gr/ animal de FVH de maíz y 500 gr/animal de FVH de Trigo, se coloco el FVH aleatoriamente en todos los compartimentos de los comederos durante cada día de evaluación de tal forma que ocuparan todos los lugares posibles dentro del comedero con el objetivo del bloquear el hábito de reflejo de los animales a la posición, la distancia del alimento y el primer encuentro con el alimento, se esperó 45 minutos, se recogió y pesó el alimento rechazado para determinar el consumo total. Se realizó un análisis de varianza con el GLM y una comparación de medias con el test de Tukey del paquete estadístico SAS 9.2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cuadro 1 muestra la preferencia en una prueba de cafetería con caprinos del F.V.H de maíz y trigo. Los resultados se expresan como medias de consumo. Se destaca la preferencia por el maíz siendo estadísticamente diferente ($p<0.05$) del F.V.H de trigo. La literatura señala que las pruebas de cafetería son las mejores vías para estimar la palatabilidad relativa de un alimento, ya que el ofrecimiento simultaneo refleja una competencia entre ellas. Sin embargo es necesario considerar que el termino palatabilidad ó preferencia es muy complejo, determinado por las características del animal, de la planta y de variables ambientales (Marten, 1978 citado por Pinto *et al* .2003)

Cuadro 1. Comparación de medias de consumo de Forraje Verde Hidropónico de maíz y trigo.

	F.V.H Maíz	F.V.H Trigo	EE
Media de consumo (gr/animal)	0.370*	0.289	0.165

*diferencia significativa ($p<0.05$) Prueba de Tukey

CONCLUSIONES

Según los resultados arrojados por esta prueba se demuestra que el F.V.H de maíz en machos cabríos tiene una mayor palatabilidad relativa que el F.V.H de trigo. Pero no hay que olvidar que la regulación de consumo y selectividad depende de múltiples factores intrínsecos del individuo, sociales, de características propias del alimento y ambientales (Tarazona *et al.* 2012). Por lo tanto es indispensable considerar cada uno de los factores que pueden influir en el comportamiento del consumo al realizar trabajos posteriores.

BIBLIOGRAFÍA

Pinto R., Gómez H., Hernández A., Medina F., Martínez B., Aguilar VH., Villalobos I., Nahed J., Carmona J. 2003. Preferencia ovina de arboles forrajeros del centro de Chiapas, México. Pastos y forrajes. Vol. 26 No. 4.

Tarazona AM., Ceballos MC., Naranjo JF., Cuartas CA. 2012. Factors affecting forage intake and selectivity in ruminants. Revista colombiana de ciencias pecuarias. 25:473-487.

FAO. 2002. Forraje Verde Hidropónico, Manual Técnico. Oficina Regional para América Latina y El Caribe. Santiago, Chile. 79 p.

Rodríguez, S. 2000. Hidroponía: una solución de producción en Chihuahua, México. En Boletín Informativo de Red Hidroponía No 9. CIHNM. UNALM. Lima, Perú.

Salinas, H., Quiroga, M. 1991. Reporte del proyecto de sistemas de producción caprino en la Comarca Lagunera y Zacatecas. 1989-90 INIFAP/CIID 54P.

Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2002. Anuario estadístico de la producción agropecuaria en la Comarca lagunera. Delegación regional de la SAGARPA, Lerdo Dgo.

VARIACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE CABRA BAJO EL SISTEMA EXTENSIVO EN DOS MUNICIPIOS DE LA REGIÓN SUROESTE DEL ESTADO DE COAHUILA.

Maldonado JJA[1], Vélez LI[1], Isidro RLM[1], Triana GM[2].

[1] INIFAP-Campo Experimental La Laguna [2] Universidad Autónoma Chapingo-Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas maldonado.jorge@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

México está considerado como el principal productor de cabras en el continente americano y ubicado en el lugar 18 en producción de leche a nivel mundial (FAOSTAT, 2012). En México se producen más de 160 millones de litros de leche de cabra generando una derrama de más de 731 millones de pesos (SIAP-SAGARPA, 2011). La caprinocultura en el norte de México es una actividad manejada en forma extensiva por productores en su mayoría de bajos ingresos, donde basan la alimentación del ganado principalmente en el recurso pastizal. Este sistema de producción incide directamente en la economía familiar y el grado de utilización de los recursos naturales (Vargas *et al*., 1990). El 64% de las cabras se concentra en los sistemas de producción característicos de las zonas áridas y semiáridas y el 36% restante en la región templada del país. (Cantú *et al*., 1989)

Los sistemas de producción regionales son heterogéneos, con rezagos tecnológicos y de sanidad, y con poca ó nula organización e integración (SAGARPA, 2007), más del 70% es producido en los sistemas extensivos de producción de las zonas áridas y semiáridas y aproximadamente el 25% es producida en los sistemas intensivos. La comarca lagunera es una de las zonas del país donde se tiene uno de los mayores inventarios con cerca 373,365 animales (SAGARPA, 2009). La región lagunera (Coahuila-Durango) está ubicada como la principal región productora de leche de cabra a nivel nacional con aproximadamente 78 millones de litros anuales, generando una derrama económica de más de 342 millones de pesos anuales por producción de leche con 36.5 y 21.6% del total nacional respectivamente (SIAP-SAGARPA, 2011).

Las características de la región lagunera hacen único el sistema de producción, ya que por sus características agroecológicas la caprinocultura es la única actividad que se puede realizar de manera extensiva. El componente de alimentación tiene un rol de gran importancia, dado que en la región no se cuenta con una fuente de abastecimiento estable a través del año, pues depende fundamentalmente de la utilización de esquilmos de cultivos de riego y vegetación

natural, de esta manera la disponibilidad de alimento se ve afectada en cuanto a la época de utilización y periodo de duración. Lo anterior ha traído como consecuencia serios problemas en el rebaño, entre los que se encuentran bajas producciones de leche lo que origina grandes pérdidas económicas al productor (Hoyos *et al,* 1991). Por ello existe la necesidad de conocer la variación en la producción de leche, para generar herramientas que nos permitan acelerar la toma de decisiones a nivel de rebaño.

El objetivo del presente estudio fue determinar si existe diferencia en el comportamiento de la producción de leche de cabra en el sistema extensivo en dos municipios de la región de suroeste del estado de Coahuila.

MATERIALES Y MÉTODOS.

El estudio se inicio en el mes de Junio del 2012 y se concluyó en Junio de 2013, se utilizaron 200 cabras distribuidas en 4 unidades de producción ubicadas en ~~el~~ los ejidos Zaragoza e Irlanda, de los municipios de Viesca y Matamoros respectivamente, las condiciones de manejo en las unidades de producción fueron similares: las cabras salían a pastorear por la mañana y regresaban a pernoctar por la tarde, el ordeño se realizaba manualmente una vez al día con horarios 5:00 y 6:00 a.m. dentro del corral entre las 5:00 y 6:00 a.m. Se registraron las producciones de las cabras mediante pesajes de leche mensuales, los pesajes se hicieron al momento de la ordeña en campo y se utilizo una bascula comercial marca Torrey® (±1 gr). Para el análisis de datos se realizó un ANOVA y una comparación de medias con el test de Duncan del paquete estadístico SAS 9.2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En la Figura 1 se muestra la media de producción mensual de leche durante el periodo de estudio. Como se puede observar en el mes de junio del 2012 no hubo diferencia significativa en la producción de leche de cabra al igual que los meses de agosto, octubre, noviembre y junio del 2013. En los meses de julio, septiembre, febrero, marzo, abril y mayo si hubo una diferencia significativa ($P<0.05$) en la producción de leche.

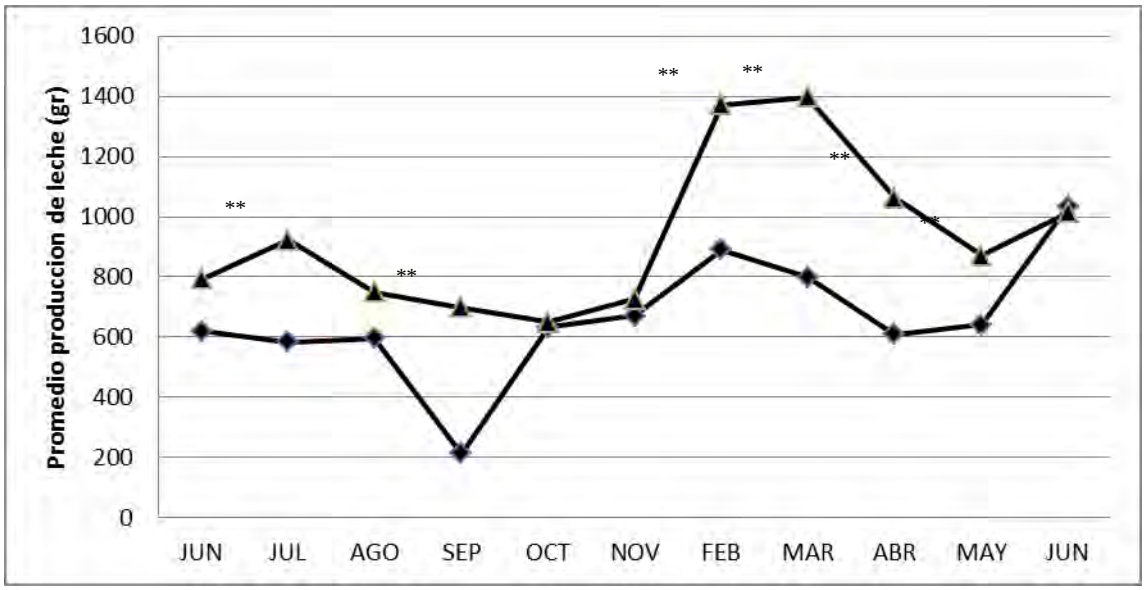


Figura 1. Variación en la producción de leche en 2 municipios de la región Suroeste del estado de Coahuila. (▲)ejido Zaragoza del municipio de Viesca, Coah. (◆) Ejido Irlanda del municipio de Matamoros Coah. Según el test de Duncan los datos ** son estadísticamente diferentes (P<0.05).

Los resultados arrojados tal vez se deba a que existe una cantidad importante de elementos que modifican la producción de leche de cabra los cuales pueden estar interrelacionados, siendo difícil determinar la influencia individual que pueden ejercer cada uno de ellos por separado, se han dividido en dos tipos; genéticos y ambientales. Dentro de los primeros, la raza es el principal factor que afecta la producción de leche, dentro de los segundos se consideran al clima, la alimentación, el sistema de manejo, el número de veces que se ordeñan los animales, el número de lactancia, el número de cabritos por parto, la época de parto, la edad y la duración de la lactancia. (Iloeje, 1981; Iloeje *et al*, 1981; Mocquot, 1983; Mocquot y Ricardeau, 1983; Ricardeau *et al*, 1979; Valencia *et al* 1992 citados por Palma 1995).

CONCLUSIONES

Los datos de este estudio permiten concluir que aun cuando los animales están ubicados en la misma área geográfica y explotados en condiciones similares existe diferencia significativa en la producción de leche. Por lo tanto el objetivo de este estudio se cumplió sin embargo es preciso mencionar que se necesita realizar trabajos para evaluar los diferentes factores que incidieron en el resultado.

BIBLIOGRAFÍA

Cantú, R.E., Colín, N.M., Contreras, M., García, J. 1989. Estudios sobre la estacionalidad reproductiva de los machos caprinos de las razas Saanen y Alpina. En: Memorias de la V Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Zacatecas, México. p.67.

FAOSTAT. 2012. Estadisticas de producciòn de leche de cabra a nivel mundial y nacional. Recuperado el 29 de julio del 2013 de http://faostat.fao.org/site/569/DesktopDefault.aspx?PageID0569#ancor

Hoyos, E.G., Sáenz, E.P., 1991. Reporte del proyecto de sistemas de producción caprino en la comarca lagunera y zacatecas, Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Norte-Centro, Campo Experimental Calera, Publicación Especial # 10, Calera de V.R, Zacatecas.

Palma, G. J.M. 1995. Factores que influyen en la producción lechera de un hato caprino en el semiárido mexicano. Universidad de Colima-Facultad de Medicina y Zootecnia. Colima, México.

Secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación, 2007, Anuario estadístico de la producción agropecuaria, SAGARPA región Lagunera Durango-Coahuila.

Secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación, 2009, Anuario estadístico de la producción agropecuaria, SAGARPA región Lagunera Durango-Coahuila.

Sistema de Información agroalimentaria y pesquera (SIAP)-Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), 2011. Anuario estadístico de la producción agropecuaria.

Vargas, L.S., Vázquez, A.R., Mora., Nava, C.R., 1990., Memorias de la VI reunión nacional sobre caprinocultura, Pp. 135-140. San Luis Potosí, S.L.P, Mex.

DÉFICIT y ABATIMIENTO DEL AGUA EN EL SUELO Y SU MODELAJE EN EL CULTIVO DE PAPA

Covarrubias R., J. M.[1]*; Parga T., V. M. [1]; Briones S., G.[2]

[1]* C. E. Saltillo, INIFAP [2] Depto. de Riego y Drenaje UAAAN.
covarrubias.juan@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En las áreas del conocimiento científico existen análisis multifactoriales y simbiosis quíntuples, estas dos situaciones indican la interacción que tienen las plantas con el ambiente. El relacionar el factor de abatimiento del agua en el suelo y el déficit hídrico en los cultivos a partir variables independientes como factores de respuesta, donde abatimiento está enfocado a las características del suelo y el déficit con el cultivo, estos puntos de vista no se contraponen si se considera el contenido del agua en el suelo en el rango de humedad aprovechable para las plantas, el cual depende de las características hidrodinámicas del suelo para liberar el agua retenida según sea la demanda evapotranspirativa y las características genéticas de las plantas que le permiten a su sistema radical explorar un determinado volumen de suelo. En la investigación se puede interaccionar variables independientes y hacer que una de ellas sea variable dependiente como parte del conocimiento científico e innovación tecnológica en la eficiencia en el uso del agua.

El déficit en el suelo se considera un contenido de agua donde el cultivo ya presenta un estrés hídrico, no se debe confundir con la marchitez temporal porque el cultivo tiene un período de recuperación, el déficit si no es resuelto, el cultivo va incrementándolo hasta llegar afectar desarrollo y rendimiento del cultivo (Kramer y Boyer, 1995). El déficit hídrico tiene un efecto diferencial en las etapas de crecimiento del cultivo, por lo cual cada cultivo tiene su etapa crítica.

El Coeficiente de disponibilidad de agua del suelo (Ks), es definido por Tijerina y Crespo (2013), como:

$Ks = 1 / (1+Ev / S (1-H/HA))$

Dónde:

Ev = Evaporación del tanque tipo "A" en mm/día

S = Factor que engloba las características hidrodinámicas del suelo recomendándose los siguientes valores: Para Texturas gruesas S=10, para texturas medias S=30 y para texturas finas S=60.

H =Es el contenido gravimétrico de agua en el suelo expresado en porcentaje.

HA= Es el contenido de humedad aprovechable total del suelo, expresado en porcentaje.

Estos autores indican que el valor de Ks es alrededor de 1 cuando la tasa de evapotranspiración es baja y el suelo es capaz de reabastecer de agua a la planta según la demanda evapotranspirativa. Para mantener el Ks alrededor de 1 en suelos de textura gruesa donde la humedad aprovechable es liberada a altos potenciales del agua del suelo, el intervalo de riego debe ser frecuente, en cambio suelos de textura fina, el intervalo de riego es mayor por la capacidad que tiene estos suelos de retener el agua. El valor Ks decrece en forma curvilínea a medida que el suelo pierde agua en el rango de humedad aprovechable.

Otro concepto es el descrito por Allen *et al*. (1998) que define el agua que potencialmente se puede evaporar del suelo después de aplicar el riego (TEW), como:

$$TEW = \left(\theta_{cc} - 0.5\theta_{pmp}\right) * Z * 1000$$

Dónde:

θ_{cc} = contenido volumétrico de agua en el suelo a capacidad de campo ($m^3\ m^{-3}$)

θ_{pmp} = contenido volumétrico de agua en el suelo a marchitez permanente ($m^3\ m^{-3}$)

Z = profundidad de suelo (m)

El coeficiente de deflexión del agua en el suelo (K_r), Allen *et al*. (1998), lo describen como:

$$K_r = \frac{TEW - D_{ei}}{TEW - REW}$$

Dónde:

D_{ei} = lámina de evaporación acumulada al día i (mm)

REW = El agua fácilmente evaporada (mm)

El coeficiente (K_r) tiene valores de 1 a 0, y su comportamiento es lineal e inversamente proporcional a los D_{ei}, por lo que el factor de abatimiento va disminuyendo al aumentar D_{ei}. El concepto de disponibilidad y deflexión de agua en el suelo, no expresa el abatimiento del agua en el suelo, ni la relación que tiene éste en el desarrollo del cultivo.

La estimación de los días grado de crecimiento (growth degree days por su definición en inglés, Wilson y Burnett, 1983), es un factor determinante en la interacción suelo-clima-planta, el cual se relaciona con las etapas de desarrollo de cada uno de los cultivos, para así realizar estimaciones, en función al desarrollo del cultivo y como en este caso la profundidad de raíces (Vaisel *et al*., 2002). Existen varios métodos para estimar los días grado de crecimiento (*Di*) utilizando datos actuales de las estaciones agroclimáticas de registro continúo, pero el método más efectivo para el cultivo de papa es el método gradual (Covarrubias *et al*., 2009).

Es objetivo fue estimar un modelo de factor de abatimiento del agua en el suelo en función a los días grado de crecimiento en el cultivo de papa y el déficit durante el desarrollo del cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La estimación de º*D*i, en la actualidad es el factor climático más importante que se relaciona con las etapas de desarrollo del cultivo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Requerimientos de temperatura del aire en el cultivo de papa a través de su crecimiento.

	Temperatura ºC	
Etapa	**Rango**	**Óptima**
Siembra a Emergencia	7 - 30	19
Emergencia a Desarrollo Vegetativo	6 - 32	24 - 26
Desarrollo Vegetativo a Estolonización	12 - 19	12 - 15
Estolonización a Tuberización	10 – 20	15 - 18

Fuente: Parga *et al*., 2005, modificado por Covarrubias *et al*., 2006.

Para estimar los ***ºDi*** se utilizó el método gradual (Covarrubias *et al.*, 2009), el cual consiste en:

º*Di* = Tx – K_1 si Tx<K_2

º*Di* = K_2 – K_1 si Tx≥K_2

º*Di* = 0 si Tx≤K_1

Dónde:

ºDi = Días grado de crecimiento.

Tx = Temperatura media (ºC).

K_1 = Temperatura límite inferior de crecimiento (ºC).

K_2 = Temperatura límite superior de crecimiento (ºC).

Se estimó el desarrollo de la raíz del cultivo de papa midiendo el patrón de extracción del agua en el suelo durante el ciclo de desarrollo del cultivo, esta metodología es ampliamente conocida por los especialista en riego (González y Hernández, 1999), se utilizaron sensores para medir el contenido de agua en cinco localidades, cuatro: EESIA, El Ranchito, San Francisco y El Tunal en Coahuila y una: El Cristal en Nuevo León. Con el sensor se monitoreó la profundidad de la raíz por localidad cada cinco días y utilizando el método de residual para estimar los días grado de crecimiento (ºD), con los datos de cuatro estaciones agroclimáticas en las localidades de estudio, tres: La Rosita, Emiliano Zapata, Roncesvalles, en Coahuila y una: Cerro de Agua en Nuevo León, se generó un modelo de profundidad de raíz (*pr*) en mm *vs ºD* acumulados.

El concepto de TEW se modifica por el autor, primero definiendo la lámina de humedad aprovechable del suelo (HA), que es característica de cada localidad como curva de retención de agua en el suelo que está en función de la textura, estructura y contenido de materia orgánica del suelo (Covarrubias-Ramírez, 1989).

$$HA = (\theta_{cc} - \theta_{pmp}) * Z * 1000$$

El valor de θ_i está dentro del rango de θ_{cc} y θ_{pmp}, pero si estamos en condiciones de riego, nunca debemos llegar a θ_{pmp} y mucho menos a $0.5\theta_{pmp}$, como lo describe Allen *et al*. (1998) con TEW, porque estaríamos provocando un déficit al cultivo el cual afectaría el desarrollo y el rendimiento. Por lo cual esta fórmula tendía que cambiar a:

$$TEW = (\theta_{cc} - \theta_i) * Z * 1000$$

Dónde:

θ_i = contenido volumétrico de agua en el suelo a la máxima deflexión según la etapa de desarrollo del cultivo ($m^3\ m^{-3}$).

Si consideramos que el cultivo debe tener un mayor factor de abatimiento al inicio del desarrollo vegetativo, porque tiene que aumentar en volumen y profundidad de la raíz y esto se logra forzándola a buscar agua y nutrientes solubles. Además si en condiciones de riego el volumen de agua en el suelo (θ_i) debe ser más próximo a θ_{cc} y nunca llegar a θ_{pmp}, porque se parte de un riego de presiembra que satura el perfil de suelo a la profundidad deseada, y a partir de ahí sólo se repone el agua que el cultivo a consumido.

El coeficiente Kr se modifica como factor de abatimiento (*f*) y se define como:

$$f = 1 - \left[\frac{(\theta_{cc} - \theta_i)}{(\theta_{cc} - \theta_{pmp})}\right]$$

Para realizar la correlación entre pr *vs f* se obtiene la profundidad de raíz a través del ciclo de cultivo en días después de siembra (DDS) hasta madurez fisiológica, como *f* se estimó con base a un contenido volumétrico de agua en el día *i* durante el desarrollo del cultivo, *f* se estima también a través del ciclo de cultivo en DDS y se procede a determinar los valores relativos de *f* y *pr* para uniformizar unidades y correlacionar el valor de *f* vs *pr* y una vez obtenido su significancia en la correlación, se procedió a generar el modelo de factor de abatimiento (*f*) en fracción *vs ºD* acumulados. Las variables de estudio se analizaron con el paquete estadístico SAS ver 9.0, con los procedimientos CORR, GLM, REG y NLIN.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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 1). El modelo es significativo y curvilíneo. Este modelo cambia según se observa la acumulación de *ºD*, con lo que se representa de una forma más fidedigna el crecimiento de raíz, la cual no es uniforme durante el desarrollo del cultivo y este modelo permite regar hasta la profundidad de raíz, con lo que se logra mayor eficiencia en el uso del agua en el sector agropecuario que más agua utiliza.

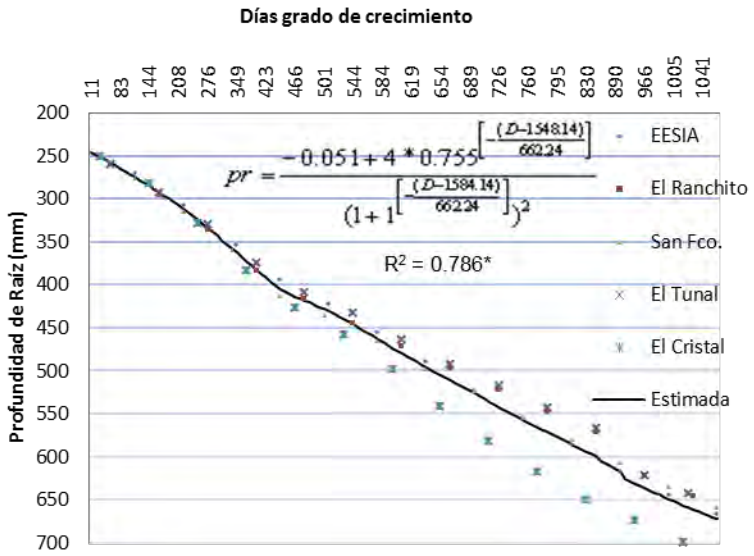


Figura 1. Desarrollo de raíz de papa estimado mediante días grado de crecimiento.

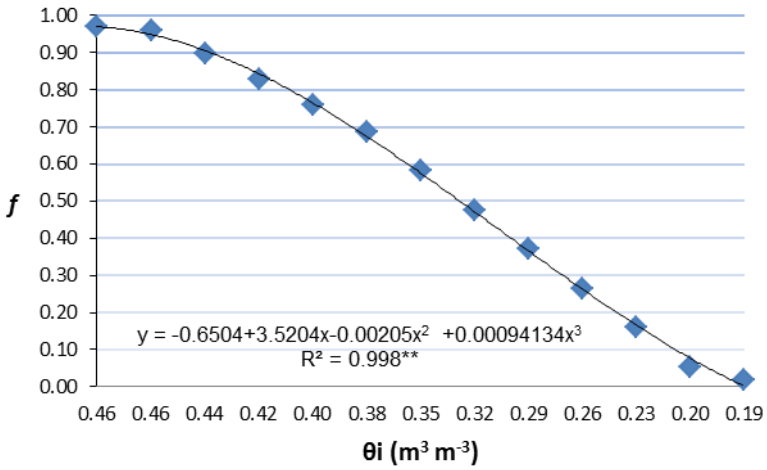


Figura 2. Abatimiento del agua en el suelo en función al contenido volumétrico.

El coeficiente (*f)* tiene valores de 1 a 0 (Figura 2), y su comportamiento es cubico y directamente proporcional a θ_i, por lo que al disminuir el contenido de agua en el suelo el factor de abatimiento va disminuyendo, existe la relación que si el factor de abatimiento es mayor el intervalo de riego será menor y si es menor aumenta el intervalo de riego, con la finalidad de no provocar déficit de agua en el cultivo (Villalobos *et al*., 2005).

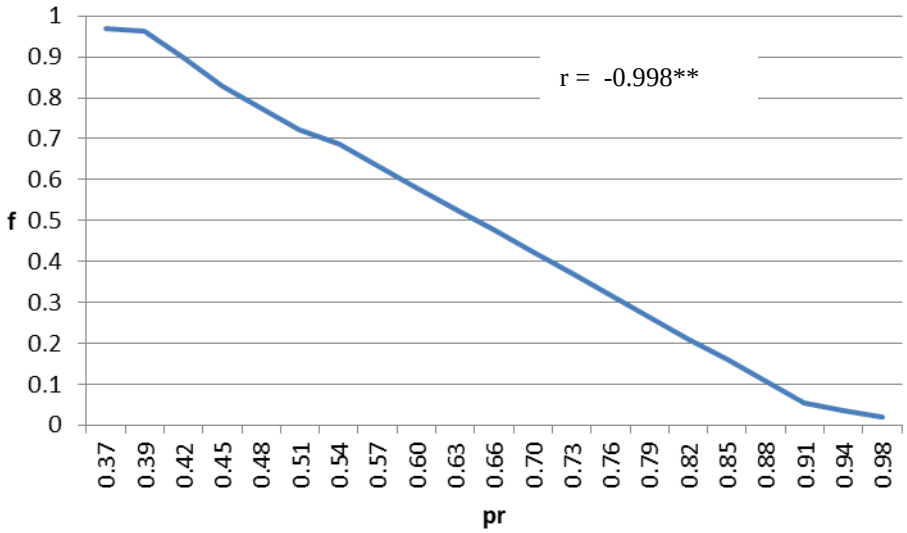


Figura 3. Correlación entre el abatimiento del agua en el suelo y la profundidad de raíz del cultivo.

Al aumentar *pr*, el valor de *f* va disminuyendo en forma altamente significativa (Figura 3), lo que indica que en la etapa de desarrollo del tubérculo es la etapa crítica donde el cultivo no debe tener déficit de agua (Palacios y Martínez, 1978).

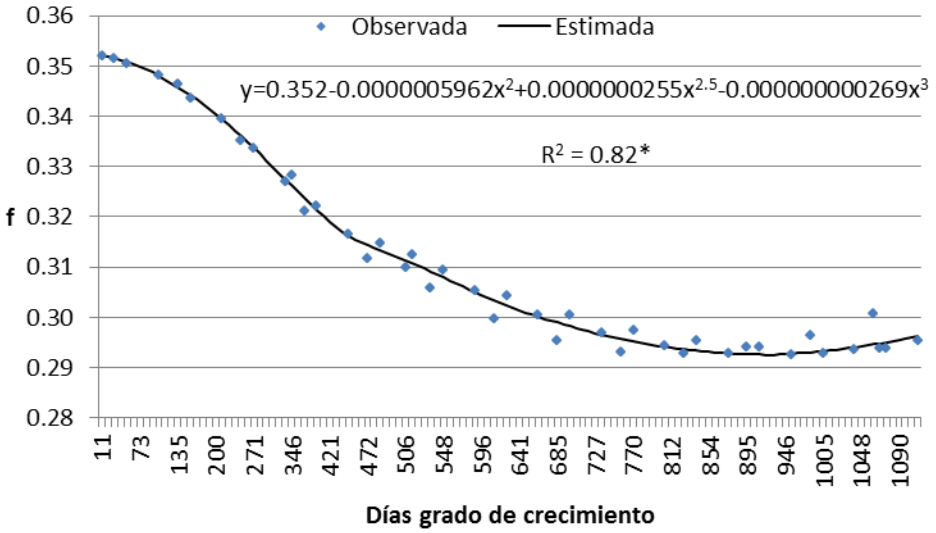


Figura 4. Abatimiento del agua en el suelo en función los días grado de crecimiento.

El modelo *f* vs °*D* fue significativo (R^2=0.82) y tiene una respuesta curvilínea, donde al aumentar °*D*, se disminuye *f*, y se realizan riegos más frecuentes con el crecimiento del cultivo (Figura 4). El valor de *f* se encuentra entre el rango de 0.29 a 0.36 para el cultivo de papa el cual es un cultivo muy sensible a un déficit severo de agua en el suelo (Moguel *et al*, 2001), esto se debe a que los valores de *f* en la figura 2, representan los tipos de suelo como una logística matemática, pero si en la figura 1, el crecimiento de raíz no inicia de cero, el valor de abatimiento no debe iniciar igual sino de un valor más elevado como una lógica biológica, porque con el valor inicial de 0.3519, se relaciona con una etapa de déficit donde se promueve el desarrollo de la raíz; los valores finales de 0.29, se relacionan con un contenido de agua adecuado para el desarrollo del tubérculo y el rendimiento del cultivo (Covarrubias y Contreras, 1998).

CONCLUSIONES

La correlación de variables independientes nos permite generar modelos que explican la interacción múltiple de factores involucrados en el cultivo de papa.

El mayor déficit de agua para el cultivo de papa en la etapa de desarrollo vegetativo para aumentar el volumen y profundidad de la raíz y en menor déficit es el la etapa de desarrollo del tubérculo para incrementar el rendimiento.

El factor de abatimiento en el cultivo de papa estimado a partir de los días grado de crecimiento es confiable y es un buen indicador porque su rango es característico de un cultivo sensible al déficit hídrico.

BIBLIOGRAFÍA

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. 1989. Eficiencia en el uso de Agua en el cultivo de trigo *triticum aestivum* L. con residuos orgánicos. Tesis maestría en ciencias en suelos. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. 175 p.

Covarrubias-Ramírez, J. M. y F. J. Contreras de la R. 1998. Consumo de agua en el cultivo de la papa para región de la Sierra de Arteaga, Coah. En*:* Memorias del VIII Congreso Nacional de Papa. Agosto. Toluca. Edo. de Mex. 4 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. p. 75. En: Cortinas-Escobar, H. M. *et al.* Memoria de la Reunión Científica Agropecuaria y Forestal en Tamaulipas. SAGARPA. INIFAP. CIRNE. Campo Experimental Río Bravo. Río Bravo, Tamaulipas, México. 147 p. (memoria Científica Nº 2).

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.

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.

Kramer, P. J. and J. S. Boyer. 1995. Water relations of plants and soils. Academic Press. San Diego, Cal. USA. 495 p.

Moguel, O. E.; Tijerina Ch.; L.; Quevedo, N. A.; Crespo P., G. y Haro A., G. 2001. Evapotranspiración y balance de energía en el cultivo de alfalfa. Agrociencia, 35(1):13-21

Palacios, V. E. y A. Martínez G. 1978. Respuesta en el Rendimiento de los Cultivos a Diferentes Niveles de Humedad en el Suelo. Un enfoque metodológico de investigación. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 149 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

Villalobos R., S.; Castellanos R., J. Z.; Tijerina Ch., L. y Crespo P., G 2005. Coeficientes de desarrollo del cultivo de brócoli con riego por goteo. Terra Latinoamericana *23(*3):329-333.

Waisel, Y., Eshel A. and Kafkafi U. Plant roots. The hidden half. Editors. 3nd Edition. Marcel Dekker, Inc. New York. 1136 p.

Wilson, L. T. and W. W. Burnett.1983. Degree days: an aid in crops and pest management. California Agriculture, Jan-Feb. p. 6-7.

EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL POTENCIAL PRODUCTIVO DEL FRIJOL EN MÉXICO

Guillermo Medina-García[1], José Ariel Ruiz-Corral[2], Gabriel Díaz-Padilla[3], Nadiezhda Y. Z. Ramírez Cabral[4]

[1,4] INIFAP Campo Experimental Zacatecas, Km 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, Calera, Zac., 98600, México.[2] INIFAP Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco, Km 8 Carretera libre Tepatitlán-Lagos de Moreno, Tepatitlán, Jal., 47600, México.[3] INIFAP Campo Experimental Cotaxtla, km 34.5 Carretera Veracruz-Córdoba, Medellín de Bravo, Veracruz, México. medina.guillermo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

A principios de los años noventa el INIFAP y otras instituciones como el Colegio de Postgraduados comenzaron a desarrollar estudios que permitieran identificar las áreas o zonas del país donde se pudieran realizar con mayor probabilidad de éxito y con mayor rentabilidad las diferentes actividades agropecuarias. A partir de entonces se han desarrollado varios proyectos enfocados a delimitar las áreas con mayor potencial para la producción de especies vegetales (Medina et al., 2009).

El IPCC (2007) señala que la temperatura promedio se ha incrementado 0.6 ± 0.2°C durante los últimos cien años y la lluvia se ha incrementado entre 0.2 a 0.3% en las zonas tropicales y que ha sido consecuencia del aumento en la concentración atmosférica de los llamados “gases de efecto invernadero”, indicando que a nivel mundial es aceptado actualmente que el planeta Tierra está experimentando un fenómeno de calentamiento atmosférico global.

Estudios recientes han demostrado que la temperatura de las áreas agrícolas de México se ha venido incrementando de manera perceptible desde la década de los años 1990’s del siglo pasado (Ruiz et al., 2010).

En México, como en la mayoría de los países del mundo, existe una preocupación por el cambio climático y sus posibles impactos sobre el sector productivo primario, debido a que existen aún pocos estudios cuantitativos y documentados enfocados a las áreas agrícolas (Tejeda y Rodríguez, 2007; Ruiz et al., 2011).

Magaña y Caetano (2007) utilizaron un ensamble de 10 Modelos de Circulación General para generar escenarios de cambio climático para México con reducción de escala global a regional

considerando diferentes escenarios de emisiones. Estos escenarios climáticos predichos para el siglo XXI, establecen en términos generales, un incremento de la temperatura y una ligera disminución de la precipitación anual en las zonas de cultivo.

El conjunto de modificaciones en los índices agroclimáticos causará una reducción de la superficie con condiciones óptimas para la producción de algunos cultivos en algunas regiones y aumentarán en otras (Ruiz et al., 2011; González et al., 2011).

El objetivo de este estudio fue estimar el impacto del cambio climático en escenarios climáticos futuros, sobre las áreas potenciales de frijol de temporal, con el fin de lograr una adecuada planeación de su desarrollo a corto y mediano plazo en México.

MATERIALES Y MÉTODOS

La primera parte del estudio consistió en la estimación de escenarios climáticos futuros, para ello se utilizó la base de datos de anomalías anuales de temperatura y precipitación medias obtenidas del modelo ensamble (10 modelos globales de circulación general (GCM) seleccionados para México) para el escenario de emisiones de gases de efecto invernadero A2 (IPCC, 2007), elaborado por Magaña y Caetano (2007).

Para la aplicación de los resultados de los GCM con reducción de escala, en los estudios relacionados con la agricultura, entre ellos el de potencial productivo, se utilizó la resolución de las imágenes de clima generadas por el INIFAP de 180 X 180 m, de tal manera que los resultados del potencial productivo tengan el detalle suficiente para aplicarlos en la toma de decisiones de planes a largo plazo.

Posteriormente, se tomó como climatología actual de referencia la correspondiente al periodo 1981-2010, la cual se trabajó en formato raster, sumándole algebraicamente las anomalías futuras estimadas por Magaña y Caetano (2007). Una vez que se estimaron las temperaturas y precipitaciones medias anuales para cada uno de los años 2011 a 2050, se obtuvieron las temperaturas y precipitaciones medias anuales promedio para los cuatro escenarios futuros: 2011-2020, 2021-2030, 2031-2040, 2041-2050.

La segunda parte del estudio consistió en la estimación del potencial productivo (Medina et al., 1997), el cual se basa en los requerimientos agroecológicos de las especies. Se obtuvieron las

áreas con potencial para los cuatro escenarios climáticos futuros.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se observa como la superficie de alto potencial de frijol de temporal disminuye conforme se avanza en los escenarios climáticos hacia el futuro 2011-2020, 2021-2030, 2031-2040 y 2041-2050, con respecto a las condiciones climáticas promedio, mientras que la superficie de potencial medio aumenta conforme se avanza hacia el futuro con respecto a las áreas actuales. En el primer caso, potencial productivo alto, la superficie pasa de casi ocho millones, a seis millones de hectáreas; en el segundo caso, de tres millones 150 mil a tres millones 641 mil hectáreas. Esto se debe principalmente al incremento de la temperatura, lo cual disminuye las regiones en México con temperatura óptima para el desarrollo este cultivo.

En la Figura 2 se presentan los mapas de potencial productivo de frijol bajo condiciones de temporal en el ciclo PV, en las condiciones climáticas actuales y en los escenarios climáticos 2011-2020, 2021-2030, 2031-2040 y 2041-2050. La superficie potencial obtenida es independiente del uso actual del suelo agrícola, es decir, no necesariamente esa superficie está disponible para sembrar frijol de temporal.

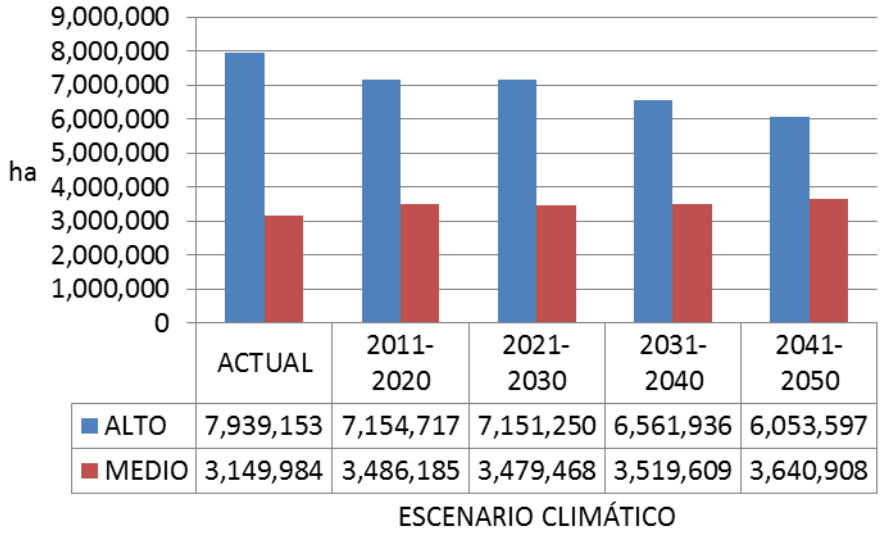


Figura 1. Superficie de potencial productivo alto y medio de frijol de temporal ciclo PV bajo las condiciones climáticas promedio y en los escenarios climáticos futuros 2011-2020, 2021-2030, 2031-2040 y 2041-2050.

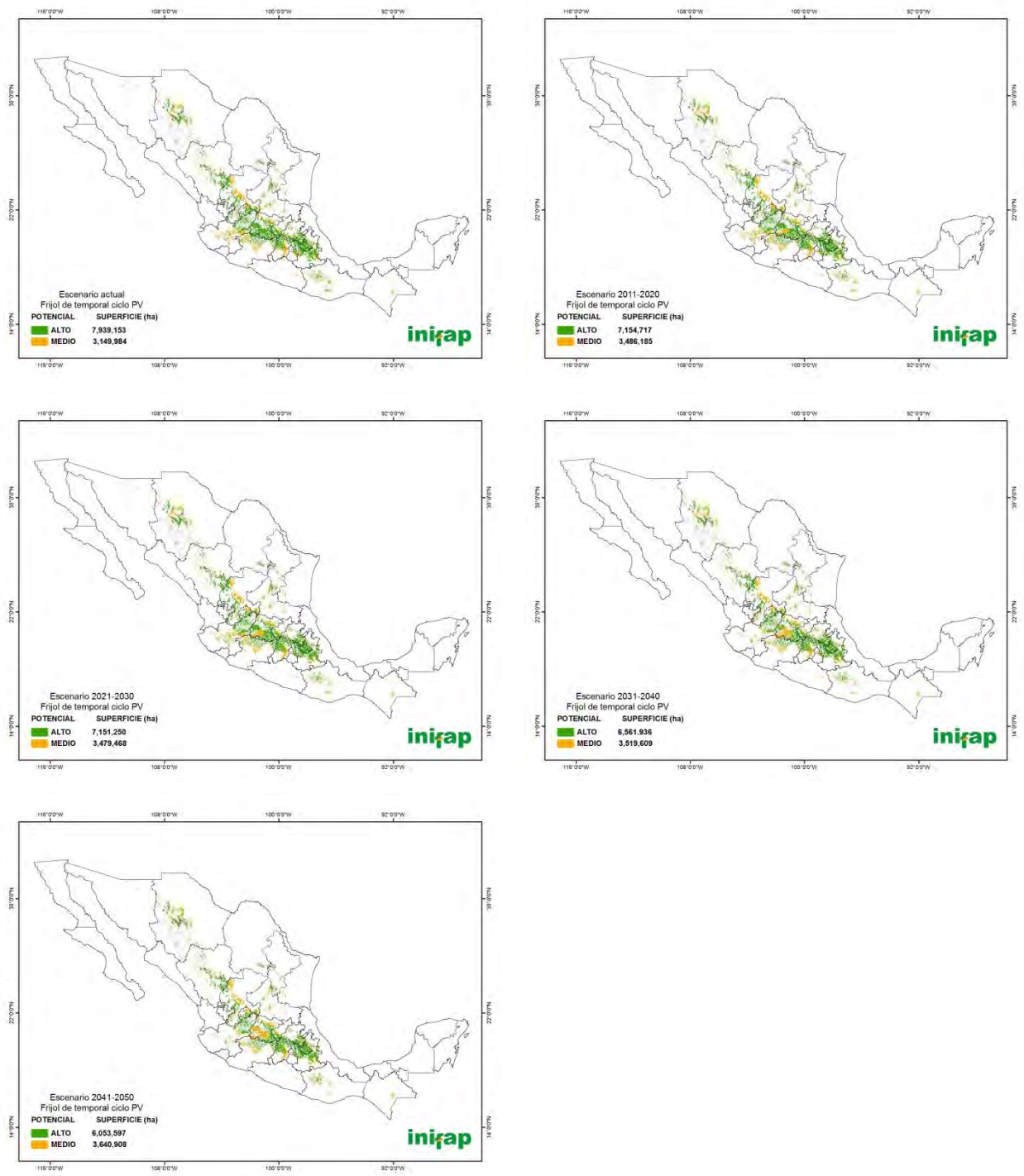


Figura 2. Potencial productivo de frijol de temporal ciclo PV bajo las condiciones climáticas promedio y en los escenarios climáticos futuros 2011-2020, 2021-2030, 2031-2040 y 2041-2050.

En la Figura 3 se presenta la superficie con potencial productivo alto en algunos estados del país para los diferentes escenarios climáticos, ahí se puede observar que el efecto del cambio

climático no es el mismo en las diferentes regiones del país para la producción de frijol de temporal. Dos estados donde se observa mayor tendencia hacia la baja en la superficie con potencial son Jalisco y Guanajuato, mientras que otros como Veracruz y Tlaxcala se mantiene relativamente constante la superficie, en cambio el estado de México tendrá un aumento en la superficie con potencial para la producción de frijol de temporal.

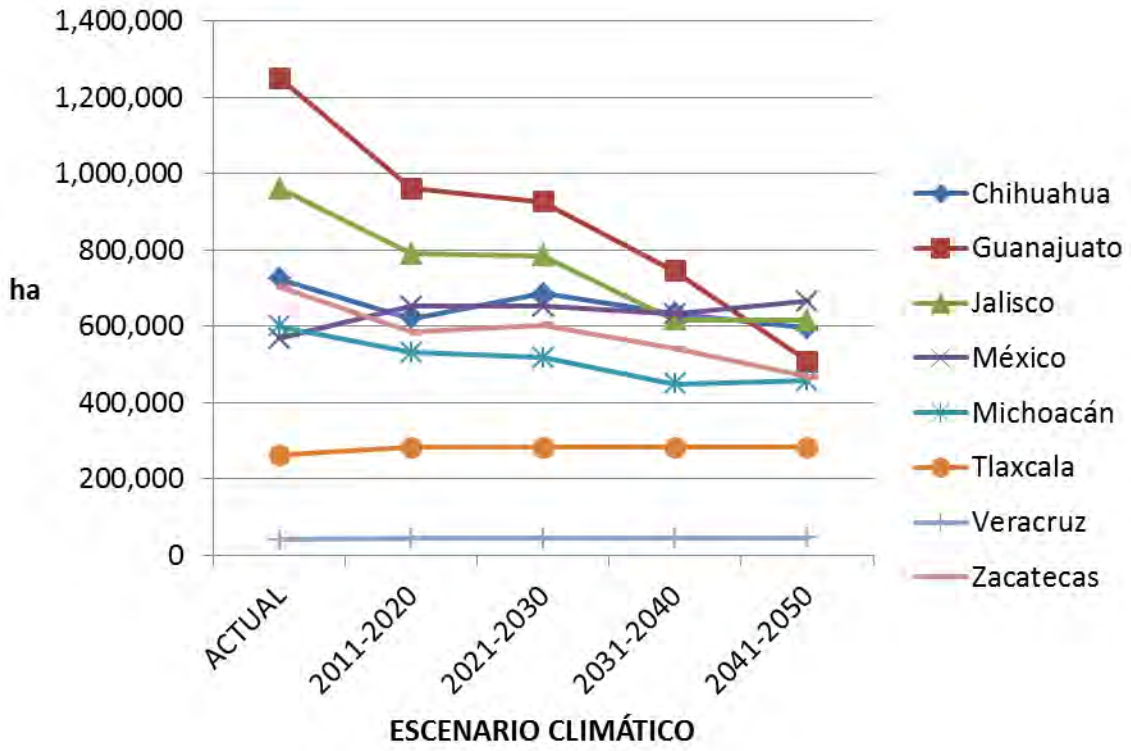


Figura 3. Superficie de potencial productivo alto de frijol de temporal ciclo PV bajo las condiciones climáticas promedio y en los escenarios climáticos futuros 2011-2020, 2021-2030, 2031-2040 y 2041-2050, en diferentes estados.

CONCLUSIONES

La superficie de alto potencial de frijol de temporal en México disminuirá conforme se avanza en los escenarios climáticos futuros pasando de casi ocho millones, a seis millones de hectáreas en el escenario 2041-2050; la superficie con potencial medio tendrá un ligero aumento en el futuro.

Los resultados de este estudio podrían utilizarse en el diseño de estrategias, para enfrentar el cambio climático en las áreas productoras de frijol de temporal en México, como pudiera ser la generación de nuevas variedades que se adapten a las nuevas condiciones

BIBLIOGRAFÍA

IPCC. 2007. Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change. Contribution of working group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. (B. Metz, O. Davidson, P. Bosch, R. Dave and L. Meyer, eds.). Cambridge University Press, U.K. and U.S.A. 851 p.

Magaña, V. y Caetano, E. 2007. Pronóstico climático estacional regionalizado para la República Mexicana como elemento para la reducción de riesgo, para la identificación de opciones de adaptación al cambio climático y para la alimentación del sistema: cambio climático por Estado y por Sector. Informe Final de Proyecto de Investigación. Centro de Ciencias de la Atmósfera-UNAM-Instituto Nacional de Ecología (INE). Documento no publicado. México, D.F. 41 p.

González E., D. R.; Ruiz C., J. A.; Lépiz I., R.; González A., A.; López A., E; Ramírez O., G.; Zarazúa V., P. y Durán P., N. 2011. Expectativas de adaptación al cambio climático de tres variedades de frijol en Jalisco. Rev. Mex. Cienc. Agríc. Pub. Esp. Núm. 2:337-350.

Medina, G. G., Ruiz C., J. A., Martínez P., R. A. y Ortíz V., M. 1997. Metodología para la determinación del potencial productivo de especies vegetales. Agricultura Técnica en México. 23(1):69-90.

Medina G., G.; Zegbe D., Mena C., Gutiérrez L., R.; Reveles H., M.; Zandate H., R.; J.; Ruiz C., J. A.; Díaz P., G.; y Luna F., M. 2009. Potencial productivo de especies agrícolas en el distrito de desarrollo rural Zacatecas, Zacatecas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Norte Centro, Campo Experimental Zacatecas, Calera de V.R., Zacatecas., México. 209 p. (Publicación Técnica No. 3).

Ruiz C., J.A., G. Medina G., J.D. Manríquez O., J.L. Ramírez D. 2010. Evaluación de la vulnerabilidad y propuestas de medidas de adaptación a nivel regional de algunos cultivos básicos y frutales ante escenarios de cambio climático. Informe Final de Proyecto INIFAP-INE. Guadalajara, Jalisco. 108 p.

Ruiz C., J. A.; Medina G., G.; Ramírez D., J. L.; Flores L., H. E.; Ramírez O., G.; Manríquez O., J. D.; Zarazúa V., P.; González E., D. R.; Díaz P., G. y Mora O., C. 2011. Cambio climático y sus implicaciones en cinco zonas productoras de maíz en México. Rev. Mex. Cienc. Agríc. Pub. Esp. Núm. 2:309-323.

Tejeda, M. A. y Rodríguez, V. L. 2007. Estado de la investigación de los aspectos físicos del cambio climático en México. Investigaciones Geográficas. Boletín. 62:31-43.

BIOESTIMULACIÓN SEXUAL (EFECTO MACHO) A CORRAL ABIERTO CONTRA TRADICIONAL EN CABRAS CRIOLLAS EN ANESTRO.

Vélez LI[1*], Maldonado JJA[1], Chávez SAU[1], Valle MED[2]., Véliz FG[3], Salinas GH[1].

[1]INIFAP-Campo Experimental La Laguna [2]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna
velez.leonardo@inifap.org.mx

INTRODUCCIÓN

Los ciclos reproductivos de los animales domésticos obedecen a múltiples factores que, al ser interpretados, determinan la conveniencia de su presentación. En ovejas (*Ovis aries*) y cabras (*Capra hircus*) domésticas el factor principal que controla los cambios en la reproducción es el fotoperiodo (Malpaux *et al.,* 2001). Otro factor importante en los ciclos reproductivos de estas dos especies es la presencia de compañeros con actividad sexual manifiesta (Álvarez y Zarco, 2001). Introducir un macho dentro de un grupo de hembras, se le conoce como efecto macho (Véliz *et al.,* 2002, 2006), mientras que la introducción o la presencia de hembras en celo dentro de un rebaño, se le conoce como efecto hembra (Véliz *et al.,* 2006; Walkden-Brown *et al*., 1993).

El efecto macho, es una técnica utilizada desde hace tiempo para inducir la actividad sexual de las hembras en anestro con una eficacia muy alta. La introducción de un macho en un grupo de hembras provoca un rápido aumento en la frecuencia de los pulsos de la hormona luteinizante, un pico preovulatorio de la misma gonadotropina y la ovulación. En los caprinos de la Comarca Lagunera, esta técnica se ha utilizado con muy buenos resultados, los cuales nos indican que más del 75% de las hembras en anestro puestas en contacto con machos sexualmente activos presentan comportamiento estral y ovulatorio en los primeros 15 días (Flores *et al*., 2000; Delgadillo *et al*., 2001, 2002). Sin embargo, el efecto macho se ha estudiado, separando las hembras de las otras en los rebaños (Corral Controlado) y alimentándolas por separado sin salir al pastoreo, de tal manera que solo las hembras seleccionadas tienen contacto con el macho. Por lo tanto el objetivo de este trabajo es, determinar si la respuesta estral y la fertilidad de las hembras expuestas al efecto macho sin separarlas de las demás hembras del rebaño (Corral abierto) y saliendo al pastoreo son similares.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en un rebaño de 80 cabras y otro rebaño de 90 cabras en el ejido Ignacio Zaragoza municipio de Viesca, Coahuila, México (Comarca Lagunera; 26° N). Se

utilizaron únicamente 40 cabras criollas, las cuales se dividieron en dos grupos homogéneos de acuerdo al la condición corporal y al peso corporal un grupo por cada rebaño. El grupo 1 (n=20) con una condición corporal de 1.8 puntos y un peso de 44.8 kg se denominó CCO y permanecieron las hembras separadas con los machos y el grupo 2 con una condición corporal de 1.8 puntos y un peso de 47.5 kg se denominó CAB y las hembras estuvieron junto con todas las del rebaño y los machos. Ambos grupos estuvieron separados por una distancia mayor a 500 m durante el estudio. Solo las hembras CAB salieron al pastoreo diariamente, constituyendo toda su fuente de alimentación. El día 17 de marzo de 2013 cada grupo se puso en contacto con dos machos, sexualmente activos, los cuales, recibieron un tratamiento fotoperiodico de 2.5 meses de días largos artificiales a partir del 1 de noviembre de 2012. En cada grupo de hembras se observó la conducta estral dos veces al día durante 15 días, un periodo de una hora en la mañana (8:00-9:00 hrs.) y un periodo de una hora en la tarde (18:00-19:00 Hrs.). Las variables observadas fueron la presencia de celo y gestaciones. El porcentaje de celos y de gestación se analizaron mediante una prueba de chi-cuadrada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados (Cuadro 1), demuestran que la actividad sexual de los machos cabríos criollos es importante en la inducción de celo y en la fertilidad de las cabras en anestro, aún permaneciendo junto con todas las hembras del rebaño. La intensidad en el comportamiento sexual de los machos es un factor determinante en la respuesta sexual de las hembras sometidas al efecto macho (Rosa *et al*., 2000). Carrillo *et al.,* 2010, reportaron que los machos cabríos criollos con una intensa actividad sexual tienen al capacidad de inducir las hembras en anestro aún disminuyendo la proporción macho-hembra (1-10, 1-20 y 1-40) obteniendo una respuesta del 90% de hembras en celo. La actividad sexual de los machos en este estudio demuestra que es suficiente para detectar, inducir y sincronizar el celo, así como de obtener una buena fertilidad en las hembras, aún sin separarlas de las otras hembras de un mismo rebaño. El grupo CCO presentó el 90% (19/20) de las hembras en celo en un periodo de 15 días y un 86% de fertilidad de las misma hembras, de manera similar el grupo CAB presentó el 100% (20/20) de las hembras en celo y 81% (17/20) presentaron gestación.

Cuadro 1. Porcentaje de hembras que presentaron estro y fertilidad

	Hembras en estro (%)	Fertilidad (%)
Grupo CCO	90 (19/20)[a]	86 (18/20)[a]
Grupo CAB	100 (20/20)[a]	81 (17/20)[a]

No existió diferencia estadística de P>0.05.

CONCLUSIÓN

Se concluye que la actividad sexual de los machos cabríos es determinante en la inducción de celo y en la fertilidad de las hembras expuestas al efecto macho, aún sin separarlas de las demás hembras del rebaño (corral abierto).

BIBLIOGRAFÍA

Alvarez R, and Zarco Q. 2001. Los fenómenos de bioestimulacion sexual en ovejas y cabras. Vet. Mex. 32 117-129.

Carrillo E., Meza-Herrera CA and Véliz FG. 2010. Estacionalidad reproductiva de los machos cabríos de la raza Alpino-Francés adaptados al subtrópico Mexicano. Rev. Mex. Cienc. Pecu. 1 (2): 169-178.

Delgadillo JA., Carrillo E., Morán J., Duarte G., Chemineau P and Malpaux B. 2001. Induction of sexual activity of male creole goats in subtropical northern Mexico using long days and melatonin. J. Anim.Sci. 79 2245-2252.

Delgadillo JA., Flores JA., Véliz FG., Hernández HF., Duarte G., Vielma J., Poindron P., Chemineau P and 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.

Flores JA., Véliz FG., Pérze-Villanueva JA., Martínez de la Escalera G., Chemineau P., Poindron P., Malpaux B and Delgadillo JA. 2000. Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonale anestrus in female goats. Biol. Reprod. 62 1409-1414.

Malpaux B., Migaud M., Tricoire H and Chemineau P. 2001. Biology of mammalian photoperiodism and the critical role of the pieal gland and melatonin. Journal of Biological Rhythms. 4 336-347.

Rosa H., Juniper D., and Bryant M. 2000. The effect to exposure to oestrous ewes on rams sexual behavior, plasma testosterone concentration and ability to stimulate ovulation in seasonally anoestrous ewes. Appl. Anim. Behav. 67 293-305.

Véliz FG., Moreno S., Duarte G., Vielma J Chemineau P., Poindron P., Malpaux B and Delgadillo JA. 2002. Male effect in seasonally anovulatory lactating goats depends on the presence of sexually active bucks, but not estrous females. Animal Reproduction Science. 72 197-207.

Véliz FG., Poindron P., Malpaux B and Delgadillo JA. 2006. Maintainig contact with bucks does not induce refractoriness to the male effect in seasonally anestrous female goats. Animal Reproduction Science. 92 300-309.

Walkden-Brown, S. W.; Restall, B.; Henniawati. 1993. The male effect in the Australian cashmere goat 3. Enhancement with buck nutrition and use of estrous females. Animal Reproduction Science 32: 69–84. doi:10.1016/0378-4320(93)90058-Y.

CRITERIOS HIDROGEOQUIMICOS PARA VALORAR LA CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO

José Luis González Barrios[1], Magdalena Villa Castorena[1], Ernesto Catalán Valencia[1], Guillermo González Cervantes[1], Ma. del Carmen Potisek Talavera[1]

[1] INIFAP CENID-RASPA Km 6.5 margen derecha canal Sacramento C.P. 35140 Gómez Palacio Durango. Email: gonzalez.barrios@inifap.gob.mx,

INTRODUCCIÓN

La calidad del agua de riego es muy importante para la agricultura sostenible. Dicha calidad es valorada principalmente en base a las relaciones entre iones como el Sodio, el Calcio y el Magnesio; así como en base a la concentración total de sales. Pero, a pesar de la utilidad de indicadores clásicos como la relación de adsorción de Sodio (RAS) y la conductividad eléctrica (CE), estos parámetros no permiten ver la ruta de evolución hidrogeoquímica que podría tomar un agua de riego cuando se expone a condiciones de fuerte evaporación climática como las que se presentan en las zonas áridas. Valles y colaboradores propusieron en 1991 la noción de alcalinidad residual generalizada como un criterio para poder detectar cambios estacionales en las aguas de riego (Valles *et al.,* 1991; Droubi, 1976). El objetivo de este trabajo es aplicar esa noción de alcalinidad residual generalizada combinada a la fuerza iónica de soluciones acuosas para complementar la valoración de la calidad hidrogeoquímica del agua y detectar a tiempo el riesgo potencial para los suelos irrigados. Un ejemplo regional, presentado a continuación, permite discutir los principales resultados encontrados en este trabajo así como ilustrar la utilidad del método.

MATERIALES Y MÉTODOS

La noción de alcalinidad proviene de la ecuación de electro-neutralidad en soluciones acuosas donde las cargas negativas son iguales a las cargas positivas. La alcalinidad de un agua es la suma algebraica de cargas de cationes que están combinados con bases débiles y de aniones que están combinados con ácidos débiles (Bourrie, 1976); es la reserva alcalina (Stumm y Morgan, 1970; Michard, 1989) en el caso general, la alcalinidad se calcula con la siguiente ecuación:

$$\text{Alcalinidad} = (HCO_3^-) + 2(CO_3^{2-}) + (OH^-)+(H_3O^+); \quad (1)$$

Cada ion en Mol L^{-1}

La alcalinidad también se puede expresar con la ecuación:

$$\text{Alcalinidad} = [(Na^+) + (K^{+)} + 2(Mg^{2+}) + 2(Ca^{2+})] – [(Cl^-) + NO_3^-) + 2(SO_4^{2-})] \quad (2)$$

Cada ión en Mol por kg de agua

De acuerdo con Valles *et al*., (1991) la alcalinidad se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$\text{Alcalinidad} = Na + K + Mg + Ca - Cl - NO_3 - SO_4 \quad (3)$$

Cada ion expresado en mili-equivalentes por litro (meq L^{-1}).

La alcalinidad es una cantidad de cargas eléctricas (positivas o negativas) expresada en equivalentes por litro de solución. La alcalinidad residual es una parte de la alcalinidad que no está equilibrada por cationes divalentes (Eaton, 1950; Droubi, 1976); y puede ser calculada con la siguiente ecuación:

$$\text{Alcalinidad Residual} = \text{Alcalinidad} - 2(Ca^{2+}) - 2(Mg^{2+}) \quad (4)$$

Cada ion expresado in Mol L^{-1}

Cuando una solución acuosa alcanza el nivel de saturación respecto a un mineral como la Calcita, éste mineral precipitará de acuerdo a la reacción siguiente:

$$Ca^{2+} + CO_3^{2-} \text{----} \rightarrow CaCO_3^{\circ} \quad (5)$$

De esta manera es posible calcular la alcalinidad residual después de la precipitación de la Calcita mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Alcalinidad Residual después de precipitación de la Calcita} = \text{Alcalinidad} - 2(Ca^{2+}) \quad (6)$$

Con este parámetro se puede prever la vía de evolución hidrogeoquímica que tomará una solución acuosa durante el proceso de evaporación a presión de CO_2 constante (pCO_2).

Tres casos son entonces posibles de acuerdo con la regla de la "T":

El primer caso se da cuando la alcalinidad residual es positiva. El contenido de carbonatos aumentará durante la concentración de la solución mientras que el contenido de Calcio disminuirá. El Sodio y el RAS (Relación de adsorción de Sodio en el suelo) también se incrementarán.

El segundo caso se da cuando la alcalinidad residual es negativa, el contenido de Calcio incrementa mientras que la alcalinidad disminuye durante la concentración. El Sodio y los valores del RAS permanecen bajos.

El tercer caso se da cuando la alcalinidad residual es igual a cero. El Calcio, la alcalinidad y el RAS permanecen en proporción constante.

La alcalinidad residual generalizada es una extensión de este concepto a la precipitación sucesiva de minerales; es calculada paso por paso sustrayendo o agregando los iones que conforman las sales precipitadas. De acuerdo con Laraque (1991) la alcalinidad residual puede ser calculada con la siguiente ecuación:

$$\text{Alcalinidad Residual} = \text{Alcalinidad} - nC^{n+} \quad (7)$$

Cada ion expresado in Mol L^{-1}

Por ejemplo, cuando el Yeso precipita después de la Calcita, la alcalinidad residual podrá ser calculada con la ecuación:

Alcalinidad Residual (Calcita+Yeso) = Alcalinidad $-2(Ca^{2+}) - 2(SO_4^{2-})$ (8)

Cada ion expresado in Mol L^{-1}

De acuerdo a Valles y colaboradores (1991): R1 (Alcalinidad - Ca) es el primer parámetro sin cambio durante la precipitación de la Calcita. R2 (Alcalinidad - Ca + SO_4) es el segundo parámetro sin cambio durante la precipitación de la Calcita y el Yeso. R3 (Na - SO_4) es el tercer parámetro calculado después de R1 para detectar la presencia de sales alcalinas de Sodio (cuando R1 y R3 son ambos valores positivos). La combinación de signos en estos parámetros ayuda a detectar cinco vías de evolución de calidad hidrogeoquímica del agua:

Vía Acida = Alcalinidad (-)

Vía Neutra Cálcica = Alcalinidad (+) R1 (-) R2 (-)

Vía Neutra sulfatada = Alcalinidad (+) R1 (-) R2 (+)

Vía Alcalina sulfatada = Alcalinidad (+) R1 (+) R3 (-)

Vía Alcalina carbonatada = Alcalinidad (+) R1 (+) R3 (+)

A estos parámetros de alcalinidad residual generalizada se combinó la Fuerza iónica de las soluciones acuosas para una mejor valoración de la calidad del agua, especialmente cuando los parámetros hidrogeoquímicos puedan variar de las aguas poco concentradas a las aguas altamente concentradas. La fuerza iónica para las aguas concentradas (I> 0.1) fue calculada con la ecuación extendida de Deby-Huckel siguiente:

$$\text{Log } \gamma_i = [-A Z_i^2 I^{0.5} / 1 + {}_iBI^{0.5}] - C I W \quad (9)$$

Se utilizaron los resultados de 850 muestras de agua de riego analizadas en la Comarca Lagunera para aplicar los criterios arriba presentados. De los resultados de las muestras de agua se utilizaron los siguientes parámetros determinados con los métodos clásicos de laboratorio (Plenecassagne *et al*., 1997): pH, conductividad eléctrica (CE), aniones solubles (Carbonatos, Bicarbonatos, Sulfatos, Cloruros), cationes solubles (Calcio, Magnesio, Sodio) carga total disuelta (CD) y relación de adsorción de Sodio (SAR). Estas muestras abarcan una amplia gama de concentraciones y familias hidrogeoquímicas que están presentes de forma natural en las aguas subterráneas de la Comarca Lagunera. El ordenamiento numérico y el tratamiento estadístico de los datos se realizo con el programa STATGRAPHICS. A continuación se presentan y discuten los principales resultados de este trabajo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 muestra la relación entre la fuerza iónica (I< 0.1) y la conductividad eléctrica (CE) en dS m^{-1} a 25°C para las 850 aguas estudiadas en la Comarca Lagunera. Las ecuaciones de tal relación son:

$$\log CE = 0.743471 \log I + 0.971 \quad (10)$$

$$\log I = 1.2236 \log CE - 1.323 \quad (11)$$

Ambas con un coeficiente de regresión (r) de 0.9538

Esta relación es similar a la reportada por Marion y Babcock (1976) y por Laraque (1991).

La Figura 2 muestra la diferenciación de dos grupos hidrogeoquímicos de acuerdo al signo del parámetro R1 (Alcalinidad residual después de precipitación de la Calcita) y a la fuerza iónica (I) relacionada a la conductividad eléctrica (CE): Las aguas de baja concentración en sales pertenecen a dos grupos (vías neutra y alcalina respectivamente); pero las aguas más concentradas en sales pertenecen solamente al grupo neutro (con valores negativos de R1).

La Figura 3 muestra una segunda diferenciación de las aguas de la vía neutra, relacionada al signo del parámetro R2 (Alcalinidad residual después de la precipitación de Calcita y Yeso). La mayoría de las aguas pertenece a un grupo (valor positivo del parámetro R2) lo que significa una mayor proporción de Sulfato que Calcio en solución (vía neutra sulfatada).

La Figura 4 muestra una segunda diferenciación de las aguas con valores positivos de R1 (vía alcalina). Ellas pertenecen a dos grupos hidrogeoquímicos (vías de evolución sulfatada y carbonatada) pero ellas son siempre aguas de baja concentración en sales (I<0.1)

Estas ilustraciones exponen en total cuatro grupos hidrogeoquímicos cuando las aguas tienen bajos valores de fuerza iónica, sin embargo hay un solo grupo dominante (que es el neutro sulfatado) cando las aguas tienen altos valores de fuerza iónica (I>0.1). Esta reducción en el número de grupos hidrogeoquimicos dominantes demuestra la naturaleza de los minerales disueltos en las aguas (Calcita y Yeso y sales neutras); y confirma la importancia del intercambio iónico entre las aguas, rocas y suelo puestos en evidencia por González Barrios (1992) en esta región.

Se puede verificar en el campo que las aguas del grupo alcalino no tienen un efecto significativo en las superficies irrigadas por el efecto amortiguador (buffer geoquímico) producido por la abundancia de materiales calcáreos y la riqueza en Yeso presentes en los suelos. En zonas áridas como la Comarca Lagunera los procesos de evaporación influyen de manera importante en la calidad del agua. También es importante mencionar que algunos procesos

biogeoquímicos como el de sulfato-reducción, desnitrificación e intercambio iónico pueden modificar la vía de evolución sin embargo las condiciones climáticas y geológicas de la zona de estudio siguen siendo los principales factores reguladores de los procesos hidrogeoquímicos; así las aguas de riego de un mismo grupo de evolución provocaran problemas similares que pueden ser resueltos con bases prácticas similares.

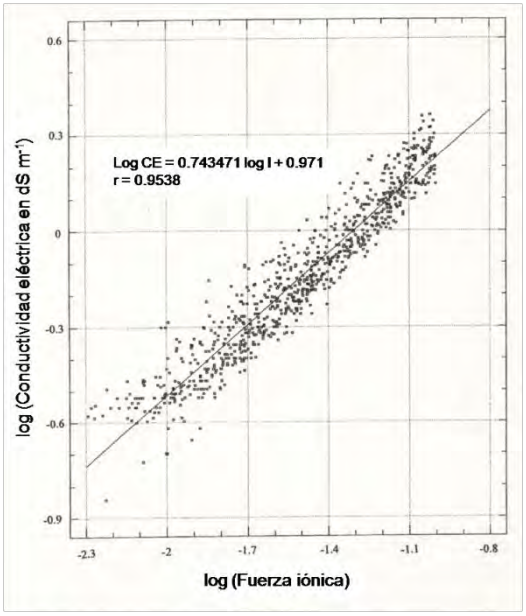


Figura 1. Relación entre Fuerza iónica (I<0.1) y Conductividad eléctrica

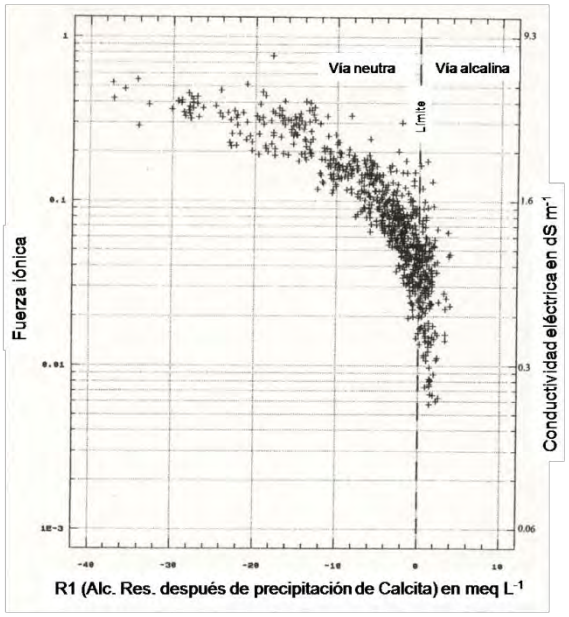


Figura 2. Diferenciación de grupos con el parámetro R1

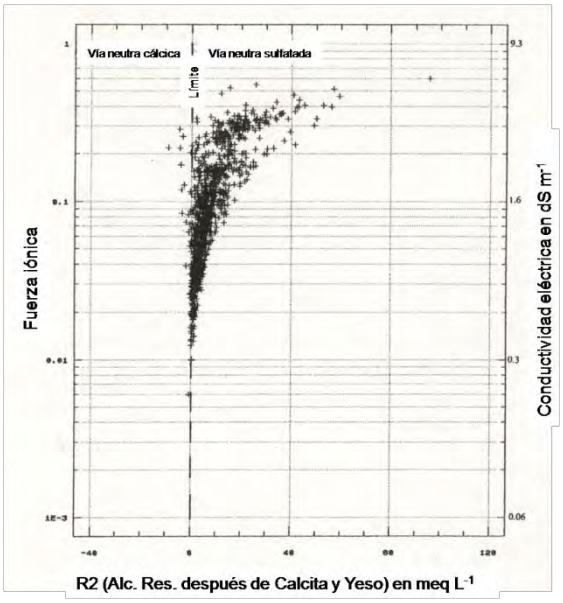


Figura 3. Diferenciación de grupos con el parámetro R2

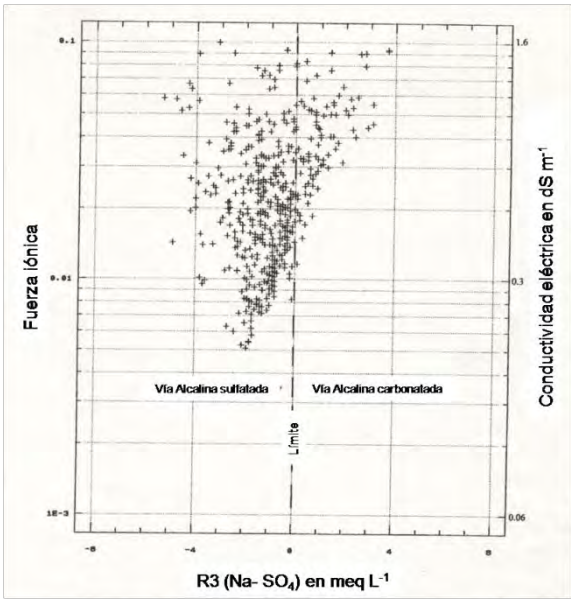


Figura 4. Diferenciación de grupos con el parámetro R3

CONCLUSIONES

En este trabajo se logra combinar la noción de alcalinidad residual generalizada con la fuerza iónica de soluciones acuosas para complementar la valoración de la calidad hidrogeoquímica del agua. El ejemplo de aplicación regional, presentado con 850 muestras de agua, identifica cuatro grupos de calidad hidrogeoquímica (vías de evolución) cuando las aguas tienen bajos valores de fuerza iónica, que se reducen a un solo grupo dominante (neutro sulfatado) cuando las aguas tienen una fuerza iónica elevada (I>0.1). Esta reducción en el número de grupos hidrogeoquimicos dominantes demuestra la naturaleza de los minerales disueltos en las aguas (Calcita, Yeso y sales neutras); y confirma la importancia del intercambio iónico entre las aguas, rocas y suelo que permiten valorar de manera más precisa el riesgo que representan las aguas para los suelos irrigados.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a las instituciones que facilitaron y financiaron la realización de este trabajo; particularmente al INIFAP CENID-RASPA a través de los proyectos de investigación: “Manejo eficiente del agua y mitigación del estrés hídrico en cultivos” y “Metodología para la evaluación diagnostico y mejoramiento de la calidad hidrogeoquímica del agua de riego en los sistemas de riego de precisión y fertirrigación”.

BIBLIOGRAFÍA

Bourrie, G. 1976. Relations entre le pH, l'alcalinité, le pouvoir tampon et les équilibres de CO_2 dans les eaux naturelles. Sci. du Sol. Bull. AFES France 3.141-159

Droubi, A. 1976. Géochimie des sels et des solutions concentrées par evaporation. Sci. Géol. Mem. 46 France.

Eaton, F.M. 1950. Significance of carbonates in irrigation waters. Soil Sci., 69, 123-133

Gonzalez Barrios, J.L. 1992. Eaux d'irrigation et salinité des sols en zone aride mexicaine ; exemple dans la Comarca Lagunera. Thèse doctorat Univ. Montpellier II, France. 316p.

Marion, G.M. and K.L. Babcock. 1976. Predicting specific conductance and salt concentration in dilute acqueous solutions. Soil Sci., 122, 4, 181-187.

Michard, G. 1989. Equilibres chimiques dans les eaux naturelles. Ed. Publisud. Coll. Sci. et Tech. Paris France 357 p.

Laraque, A. 1991. Comportements hydro chimiques des açudes du Nordeste Brésilien semi-aride. Evolutions et prévisions pour un usage en irrigation. Thèse Doctorat Univ. Montpellier II, France 325 p.

Plenecassagne, A., E. Romero Fierro, C. López Borrego. 1997. Manual de laboratorio. Análisis de suelos, aguas plantas. Ediciones INIFAP-ORSTOM, Gómez Palacio Durango, México. 174 p.

Stumm, W. and J.J. Morgan. 1970. Aquatic Chemistry. An instroduction emphazing chemical equilibria in natural waters. Wiley. Interscience Ed. New York, USA 583 p.

Valles, V. Y.A. Pachepsky, A. Ponizovsky. 1991. Invariant criteria for irrigation water quality assessment in arid and semiarid regions. In: Genesis and control of fertility of salt-affected soils. ISSS Subcomission on Salt Affected soils. International Union of Soil Science IUSS, V. Dokuchaiev Institute Moscow Rusia. 330-333

INOCULANTES MICORRÍZICOS PARA EL CONTROL DE *Rotylenchulus reniformis* (TYLENCHIDA: HOPLOLAIMIDAE) EN *Carica papaya cv.* MARADOL

E. Herrera-Parra[1], M. Lozano-Contreras[1], F. Santamaría Basulto, J. Cristóbal-Alejo[2]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). CIR Sureste. C.E Mocochá. Km. 25.5 antigua carretera Mérida-Motul, Mocochá Yucatán CP 97454. [2]Instituto Tecnológico de Conkal, Yucatán. División de Estudios de Posgrado e Investigación. Km 16.3 Correspondencia: elian.herrera09@gmail.com.

INTRODUCCIÓN

México destina al cultivo de la papaya 16 984 ha, las principales entidades federativas que se dedican al cultivo de esta fruta son: Veracruz, Michoacán, Oaxaca, Chiapas, Colima y Yucatán. La producción nacional en el 2011, fue de 634 368 ton, de éstas se exportaron 59 638 ton de fruta, lo cual posicionó a México en tercer lugar a nivel mundial dentro de los países con mayor exportación (SIAP, 2011).

Las principales limitantes que afectan la producción y calidad de este cultivo es la presencia de enfermedades causadas por hongos, virus, bacterias y nematodos (Jaraba *et al*., 2007; Maselli *et al*., 2010). Estos últimos, además de las mal formaciones y reducción de raíces que inducen en sus hospederos, abren puertas de entrada para que otros patógenos se establezcan haciendo más complejo el control. En México, se tiene la presencia de *Meloidogyne incognita* raza 1 y *M. arenaria* (Cid del Parado *et al*., 2001) en los estados de Michoacán y Morelos. Para el estado de Yucatán en papaya recientemente se detectaron alteraciones típicas de estos fitoparásitos: clorosis, destrucción de raíces, que se han asociado al parasitismo de *R. reniformis*. Este fitopatogeno invade las raíces de sus hospedantes afectando el periciclo de éstas y reduce la emisión de raíces nuevas, además induce la formación de sincitios necesarios para que el nematodo complete su desarrollo (Starr *et al*., 2003; Hernández *et al*., 2006; Sikkens *et al*., 2011). Entre las alternativas para su control amigables con el ambiente, se encuentra el uso de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) (Cuenca *et al*., 2007) los cuales establecen asociaciones mutualistas con al menos el 80% de las familias de plantas. Colonizan la corteza de la raíz de las plantas y desarrollan un micelio fuera de ésta, lo que ayuda a las plantas a absorber agua y nutrimentos poco móviles del suelo como fosforo, cobre, zinc (Rodríguez *et al*., 2004). Además los HMA proporcionan a diversas especies agrícolas, protección ante la presencia de patógenos de raíces como hongos y nematodos (Vos *et al*., 2012a; Vos *et al*., 2012b) Al respecto, en banano el manejo de nematodos como *M. javanica* a través de la aplicación de *G. caledonium* y *G. macrocarpus* evidenció la reducción de agallas

(Elsen *et al*. 2002). Resultados similares proporcionó *G. mosseae*, al permitir en tomate la reducción de 39 a 70% la formación de agallas por sistema radical, inducidas por *M. incognita*, así como la reducción de 40% la formación de huevos de este nematodo y su capacidad de reproducción (Zaki *et al*., 2007; Cristóbal *et al*., 2010).

En la presente investigación se estudió el efecto de cepas de hongos micorrízicos arbusculares de la colección nacional de México, del INIFAP, contra *Rotylenchulus reniformis*, con el propósito de contribuir al manejo y control de estos organismos en la producción de papaya, a través de la aplicación de productos de alternativas de bajo impacto ambiental, en el estado de Yucatán, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Pre germinación e inoculación de semillas de papaya: Con el propósito de estimar el efecto de HMA en el crecimiento de papaya y supresión de *R. reniformis*, se realizó **la pre germinación de semillas de papaya,** la cual consistió en mantener las semillas en un recipiente con agua limpia y pH neutro durante tres días, cambiando el agua cada ocho horas aproximadamente. Transcurrido este tiempo, las semillas se lavaron con agua limpia y se colocaron entre papel estraza manteniendo constante la humedad. A los cinco días, las semillas iniciaron la germinación y en este momento se realizó la inoculación con los HMA identificados como: *G. intraradices*-INIFAP, *G. mosseae*-C4, *G. mosseae*-C23, *G. intraradices*-C34, *G. glomeratum*-C76 y *G. intraradices*-C82 (cepas de HMA de la colección nacional de México, del INIFAP) y para fines comparativos se evaluó la micorriza comercial (Biosustenta®) (Cuadro 1). Para lo cual por cada cepa de HMA se tomaron 10 gr (≥ 65 esporas g^{-1}), con la que se inoculo 60 semillas pre germinada de papaya. Esto con el fin de favorecer la invasión al tejido cortical y se tuviera desde plántula una colonización anticipada sobre la corteza radical de las mismas y, tener una protección antes de la invasión de los nematodos. Posteriormente éstas se depositaron en charolas de cultivo de plástico de 100 cavidades, que contenían sustrato estéril. Para su mantenimiento se realizaron riegos cada segundo día, hasta que trascurrieron 80 días y se obtuvieron plántulas de papaya para el estudio con *R. reniformis*.

Estudio de *R. reniformes* y plantas micorrizadas: Las plantas micorrizadas se depositaron en macetas de plástico de 5kg de capacidad, con suelo naturalmente infestado con *R. reniformis*, previamente identificado (Commonwealth Institute of Helminthology, 1972), con una población inicial estimada de 2 110 nematodos en su mayoría hembras jóvenes y juveniles de segundo estadio por planta y/o maceta. Posteriormente se trasplantó una plántula inoculada de dos meses de edad de papaya. Se realizaron tres aplicaciones con las cepas micorrizicas a los 15,

30, y 45 días posteriores al trasplante (dpt). Los riegos se realizaron cada dos días y se dejaron transcurrir 80 días para su evaluación. También para fines comparativos se adicionaron como tratamientos: una fertilización química con nematodos, además se incorporaron dos tratamientos testigos; con nematodos sin micorriza y químico con nematicida; Vydate® (Oxamil) a dosis de un ml L^{-1} con nematodos (Cuadro 1). Así, se generaron diez tratamientos con cinco repeticiones y 50 unidades experimentales.

Variables estimadas: Como variables de intensidad de daño y reproducción del nematodo se consideraron el peso de raíz, estimado a los 80 dpt, número de hembras g^{-1} de raíz teñida (Ayoub, 1977; Cristóbal-Alejo *et al.,* 2006) y número de huevos por g^{-1} de raíz licuada (Cristóbal-Alejo *et al.,* 2010). Por último de cada tratamiento, se tomaron raíces para estimar el porcentaje de colonización siguiendo la técnica de Phillips y Hayman (1970) y Giovanetti y Mosse (1980).

El experimento se condujo en condiciones protegidas, distribuidos en un diseño experimental completamente al azar. Con las variables de respuestas indicadas, se realizaron análisis de varianza y comparación múltiple de medias (Tukey, p=0.05) (Steel y Torrie, 1986), en el editor del paquete estadístico Statistical Analysis System, versión 8.11.

RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de varianza entre tratamientos para las variables peso de raíz (PR), número de huevos g^{-1} de raíz licuada (NHU) y número de hembras g^{-1} de raíz tenida (NHE) detectó altas diferencias significativas (P≤0.01) entre tratamientos. Al respecto las cepas *G. mosseae*-C23, G. *intraradices*–INIFAP y *G. intraradices*–C82, disminuyeron la capacidad reproductiva de *R. reniformis* hasta un 67, 52 y 50%, respectivamente en relación al testigo constituido por plantas con nematodos y sin micorrizas. En estos tratamientos*,* se estimaron una formación promedio de 85, 124 y 150 huevos por g^{-1} de raíz licuada, mientras que en el testigo se formaron en promedio al menos 254 huevos por g^{-1} de raíz licuada. Es importante destacar, que estas mismas cepas no tuvieron diferencia estadística (Tukey, P=0.05) con el tratamiento químico Vydate (Oxamil mas nematodos) en la inhibición reproductiva de *R. reniformis,* lo cual es significativo para los propósitos planteados en esta investigación (Cuadro 1). En este patosistema; *Rotylenchulus reniformis*-*Carica papaya*, es alentador el uso de cepas micorrízicas, ya que superan la inhibición de reproducción comparado con los reportados por Waceke *et al.* (2002), quienes redujeron hasta un 20% la formación de huevos contra *M. hapla* en el cultivo de crisantemo (*Chrysanthemum cinerariefolium*), aplicando *Glomus* spp. (KS 14) más superfosfato triple. La capacidad supresora de poblaciones de fitonematodos con el uso de

micorrizas, también se han evidenciado en el cultivo tomate (*Solanum lycopersicon*) la incorporación de *G. intraradices*, desde la preparación del almácigo, permitió la formación de 525 huevos g^{-1} de raíz licuadas, lo cual significó 40% menos de capacidad reproductiva del nematodo en relación a plantas no micorrizadas (Cristóbal *et al.,* 2010). En contraste, las cepas conformadas por los tratamientos: *G. intraradices*-C34 y *G. glomeratum*-C76, no tuvieron la misma capacidad supresora de reproducción del nematodo al permitir en promedio, 360 y 298 huevos g^{-1} de raíz licuada, respectivamente, lo cual las hizo menos efectivas para disminuir la carga parasitaria del nematodos (Cuadro 1). Lo anterior hace suponer cierta selectividad de los HMA por el tipo de hospedero, capacidad de colonización y protección radical contra de nematodos según su tipo de parasitismo (Elsen *et al*., 2008; Cristóbal *et al.,* 2010).

Con las variables, número de hembras g^{-1} de raíz teñida, el menor número se registró en el tratamiento testigo con nematodos sin micorrizas, con 17 hembras y peso de raíz de 241 g en promedio. Asimismo, *G. intraradices*–INIFAP, se perfiló como el mejor tratamiento ya que solo permitió la formación de 20 hembras g^{-1} de raíz teñida, registró el mayor peso de raíz, 370 g en promedio por planta. Lo anterior indicó que éste HMA ejerce control sobre *R. reniformis*, al reducir la formación de hembras y disminuir la capacidad de reproducción del nematodo y favorecer el crecimiento radical de la planta. Éste comportamiento, difiere cuando *G. intraradices* se inocula para el control de *M. javanica* en *Musa* spp. y no reduce la formación de hembras (Elsen *et al*., 2008). Otro caso ocurre cuando *G. intraradices* es inoculado en tomate y el aumento de las dosis de aplicación ha significado la formación de mayor número de hembras de *M. incognita* (Cristóbal *et al*., 2010). Lo anterior se ha explicado a que el HMA induce el crecimiento del sistema radical favoreciendo mayor espacio para la invasión del nematodo, lo cual está influenciado por la susceptibilidad del hospedero y el tipo de parasitismo del nematodo (Lax *et al*., 2011). Entre los tratamientos menos efectivos se registraron: tratamiento químico Vydate (Oxamil mas nematodos), Fertilización química y testigo comercial (Biosustenta@), estimándose en éstos; 40, 49 y 37 hembras por g^{-1} de raíz teñida y pesos de raíz de 289.80, 239.80 y 263 g, respectivamente (Cuadro 1). El efecto del tratamiento químico Vydate (Oxamil mas nematodos), sugiere que la aplicación al momento del trasplante, no es suficiente, para reducir considerablemente la formación de nuevas generaciones de la población inicial del nematodo, lo cual hace necesario la aplicación subsecuentes de mas nematicida, con las implicaciones deletéreas al ambiente, haciendo inviable el principio de sustentabilidad. Asimismo, el tratamiento con Fertilización química, favoreció el incremento en el número de hembras, asociado con una mayor disponibilidad de sitios de alimentación y la no restricción para la invasión de los nematodos desde el trasplante. Los tratamientos a base de las cepas *G.*

intraradices–INIFAP y *G. mosseaes*-C4 lograron el mayor porcentaje de colonización con porcentajes promedios de 24 y 39%, respectivamente (Cuadro 1). Éstos valores superaron a los registrados por *G. mosseae* y *G. manihotis* en papaya, donde porcentajes de colonización se estimaron en 19 y 35 %, respectivamente (Jaizme *et al*., 2006).

Cuadro 1. Efecto de tratamientos en el control de *R. reniformis* y porcentaje de colonización en papaya cv. Maradol a los 80 días posteriores al trasplante.

Tratamiento	**N. de huevos g^{-1} de raíz licuada**	**N. de hembras g^{-1} de raíz teñida**	**Peso de raíz (gr)**	**% de colonización**
G. intraradices-INIFAP	124.40 ef	20.40 de	370.00 a	24
G. mosseae-C4	210.80 cd	36.20 cbd	226.00 b	39
G. mosseae-C23	85.20 f	43.40 bc	222.40 b	11
G. intraradices-C34	298.20 ab	49.20 b	277.20 ab	11
G. glomeratum-C76	360.00 a	45.40 b	256.60 b	3
G. intraradices-C82	128.60 de	32.40 bcd	246.40 b	7
Fertilización química (10-11-2 g de NPK+ nematodos)	237.40 cd	49.20 b	239.80 b	s/m
Biosustenta® (*G. intraradices* + nematodos)	171.20cde	75.60a	263.00 b	13
Testigo con nematodos sin micorrizas	254.40 cd	17.20 e	241.20 b	s/m
Testigo químico Vydate (Oxamil 10%+nematodos)	75.20 f	40.20 bc	289.80 a	s/m
DMS	85.65	17.86	99.44	
DS	39.91	8.32	46.34	

NOTA: Medias con la misma letras dentro de las columnas son estadísticamente iguales *(Tukey P=0.05)*
DMS: Diferencia mínima significativa DS: Desviación estándar s/m: sin micorriza

CONCLUSIONES

Los HMA identificados como *G. mosseae*-C23, G. *intraradices*–INIFAP y *G. intraradices*–C82, disminuyeron un 67, 52 y 50% la capacidad reproductiva de *R. reniformis,* respectivamente, en relación al testigo sin inoculación de micorriza.

El tratamiento correspondiente a *G. intraradices*–INIFAP, se consideró el mejor en la supresión del nematodo al inhibir al disminuir el 50% en la presencia de hembras, respecto al testigo sin inoculación de micorriza, lo cual fue significativo en la reproducción del nematodo.

El mayor porcentaje de colonización fue proporcionado por *G. intraradices*–INIFAP y *G. mosseae*-C4 los que correspondieron a 24 y 39%, respectivamente.

BIBLIOGRAFÍA

Ayoub, M. S. (1977). Plant nematology an agricultural training aid. Department of Food and Agriculture Division of Plant Industry Laboratory Services. Nematology. California, USA. 157 p.

Cid Del Prado,V. I., Tovar, S. A., Hernández, J. A. (2001). Distribución de especies y razas de *Meloidogyne* en México. Revista Mexicana de Fitopatología 19:32-39.

Commonwealth Institute of Helminthology. (1972). Descriptions of plant-parasitic nematodes. *Rotylenchulus reniformis*. Set1. No.5.

Cristóbal-Alejo, J., Herrera-Parra, E., Reyes-Oregel, V., Ruiz-Sánchez, E., Tun-Suárez, J. M., Celis-Rodríguez, T. (2010). *Glomus intraradices* para el control de *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood en condiciones protegidas. Fitosanidad, 14(1) 25-29.

Cuenca, G., Cáceres, A., Oirdobro, G., Hasmy, Z y Urdaneta, C. (2007). Las micorrizas arbusculares como alternativa para una agricultura sustentable en áreas tropicales. Interciencia, 32 (1):23-26.

Cristóbal, A. J., Tun, S. J. M., Moguer, C. S., Marbán, M., N., Medina, B., L., Simá, P. P., Peraza, S., S., and Angulo, G. M. (2006). *In vitro* sensitivity of *Meloidogyne incognita* to extracts from natives yucatecan plants. Nematropica, 36(1): 89-97.

Elsen, A., Declerck, S., y De Waele, D. (2002). Effect of three arbuscular mycorhizal fungi on root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.) infection of Musa. Infomusa, 11(1):21–23.

Elsen, A, Gervacio, D., Swennen, R., De Waele, D. (2008). AMF-induced biocontrol against plant parasitic nematodes in *Musa* sp.: a systemic effect. Mycorrhiza, 18:251-256.

Giovannetti, M., Mosse, B. (1980). An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. New Phytologist, 84: 489-500.

Hernández-Hernández, R., Del Vallín, G., y Hernández, D. (2006). Diagnostico de fitonematodos en suelos de cultivos frutales. Fitosanidad, 10 (4):261-264.

Jarbaba, J. de D., Lozano, Z., y Espinosa, M. (2007). Nematodos agalladores asociados al cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) en el departamento de Córdoba, Colombia. Agronomía Colombiana 25 (1): 24-130.

Jaizme, V. M. C., Rodríguez, R. A. S., Barroso, N. L. A. (2006). Effect of the combined inoculation of two arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth-promoting rhizobacteria on papaya (*Carica papaya* L.) infected with the root-knot nematode *Meloidogyne incognita.* Fruits, 61: 151-162.

Lax, P., Becerra, G. A., Soteras, F., Cabello, M., Doucet, M. E. (2011). Effect of the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* on the false root-knot nematode *Naccobbus aberrans* in tomato plants. Biology and Fertility of Soils, 47:591-597.

Maselli, A., Rosales, L. C., Guevara, Y., Suárez-H. Z. (2010). Comportamiento de materiales de los géneros Carica y Vasconcellea frente a *Erwinia papayae*, *Meloidogyne incognita* y *Rotylenchulus reniformis*. *Rev. Protección Veg.* vol.25, n.3 pp. 157-165.

Phillips, G. M., Hayman, D. S. (1970). Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Transactions British Mycological Society, 55:158-161.

Rodríguez-Yon, R., De la Noval-Pons, B., Fernández-Martín, F., y Rodríguez-Hernández, P. (2004). Estudio comparativo del comportamiento de seis cepas de hongos micorrízicos arbusculares en su interacción con el tomate (*Licopersicon esculentum* M. var, "Amalia"). Ecología Aplicada Año 3 (1, 2):162-171.

Sikkens, R. B., Weaver, D. B., Lawrence, K. S., Moore, S. R., and Santer van, E. (2011). LONREN upland cotton germplasm response to *Rotylenchulus reniformis* inoculum level. Nematropica 41:68-74.

SIAP.2011.http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351Consultado 20 agosto 2012.

Steel, R. D. G., y J. M. Torrie. (1986). Bioestadística. Principios y procedimientos. 2ª Edición. Ed. Mc Graw Hill. México D. F. p 622.

Vos, C., Geerinckx, K., Mkandawire, R., Panis, B., De Waele, D., Elsen, A. (2012a). Arbuscular mycorrhizal fungi affect both penetration and future life stage development of root-knot nematodes in tomato. Mycorrhiza. 22:157-163.

Vos, C., Claerhout, S., Mkandawire, R., Panis, B., De Waele, D., Elsen, A. (2012b). Arbuscular mycorrhizal fungi reduced root-knot nematode penetrations through altered root exudation of their host. Plant Soil 354:335-345.

Waceke, J. W., Waudo, S. W., and Sikora, R. (2002). Effect of inorganic phosphatic fertilizers on the efficacy of an arbuscular mycorrhiza fungus against a root-knot nematode on pyrethrum. International Journal of pest management 48(4):307-313.

Zaki, A., Siddiqui, M., Sayeed, A. (2007). Effects of AM fungi and organic fertilizers on the reproduction of the nematodes *Meloidogyne incognita* and on the growth and water loss of tomato. Biology and Fertility of Soils 43:603-609.

RESPUESTA DEL CULTIVO DE MAÍZ A BIOFERTILIZANTES: CASO MUNICIPIO DE MUNA, YUCATÁN.

Mónica G. Lozano-Contreras[1], Elizabeth Herrera-Parra[1] Jairo Cristóbal-Alejo[2], Arturo Díaz-Franco[3].

[1]Campo Experimental Mocochá, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km 25.5 Antigua Carretera Mérida-Motul, C.P. 97454. Mocochá, Yuc. Tel y Fax: 01 (991)9162218. [2]Instituto Tecnológico de Conkal, Yucatán. División de Estudios de Posgrado e Investigación, Km 16.3 Carretera Merida-Motul, Conkal Yucatán. [3]Campo Experimental Rio Bravo Km 61 Carretera Matamoros-Reynosa, Rio Bravo, Tamaulipas, México.

INTRODUCCIÓN

Desde hace más de dos décadas se han realizado diversos estudios sobre la afinidad de biofertilizantes y el maíz en el mundo. Los resultados han demostrado la asociación rizosférica o endofítica entre la raíz del maíz, micorrizas y bacterias diazotróficas (Mena Echevarría *et al*., 2013; Montañéz *et al*., 2008). El uso de micorrizas en plántulas y semillas de diversas especies agrícolas, favorecen el aumento de los niveles de colonización de las raíces y la densidad de hifas así como el crecimiento de las raíces y la absorción de P y con ello el rendimiento (Deguchi, *et al*., 2007; Mena Echevarría *et al.,* 2013). Así mismo, la rizobaceteria *Azospirillum* (Lodewyckx *et al.,* 2002; Rangel-Lucio *et al.,* 2011), se establece en la raíz (Akello *et al.,* 2008; El-Tarabily *et al.,* 2009) y suministra nitrógeno a la planta (Mayz-Figueroa 2004, Bashan y de-Bashan 2010) y mejorar crecimiento de cultivos, bajo diversos ambientes y condiciones edáficas (Bashan *et al.,* 2004).

El aumento del interés en el cuidado del medio ambiente y la evidencia del deterioro ambiental que causan los agroquímicos, da paso al uso de biofertilizantes como alternativa al uso de fertilizantes químicos, ya que en la actualidad se usa bacterias promotoras del crecimiento vegetal y hongos micorrízicos, entre los productores de plántulas en invernaderos y viveros, así como el incremento de microempresas productoras de abonos orgánicos que incluyen los biofertilizantes y la producción de estos insumos, que los introducen a un manejo sustentable en la producción agrícola. Desafortunadamente estos productos muchas veces carecen de regulaciones para su venta lo que hace que muchos abusen de esa situación para distribuir productos con poca efectividad; o nula afinidad al cultivo donde se emplean. De acuerdo a estos antecedentes el objetivo de este estudio fue determinar la efectividad de diversos biofertilizantes comerciales en la producción de maíz, en la zona maicera del estado de Muna, Yucatán.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se llevo a cabo en terrenos de un productor cooperante, ubicado en el Km 83 de la Carretera Mérida-Uxmal Municipio de Muna, Yucatán. Entre las coordenadas 20° 24´ de latitud norte y 89° 45´ de longitud oeste, a una altitud de 50 msnm., en un suelo luvisol ródico (Kancab). Las características del suelos fueron las siguientes: textura Arcillosa, el pH fue de 6.75, el porcentaje de Nitrógeno encontrado antes de la siembra fue del 16% (Kjeldal) (Bremner, Mulvaney 1982), el Fosforo extraíble (Método Olsen) de 56.05 (Plenecassagne *et al.,* 1999), el contenido de materia orgánica (Walley-Black) fue de 3.62 y el Potasio intercambiable fue de 426.60 (Walley y Black, 1934).

La parcela experimental se estableció en un lote de 91 m de largo por 88 m de ancho, para tal efecto se dividió en cinco áreas de 10 m de ancho por 91 de largo cada uno. Se empleo Maíz elotero hibrido Zarco 76. Los tratamientos a base de biofertilizantes ocupados en la inoculación de las semillas de maíz fueron: Micorriza INIFAP® (*Rhizophagus intraradices*),en dosis de 1 Kg en 18 Kg de semilla por ha (≥60 esporas g^{-1}) Biofertibuap (*Azospirillum* sp.) de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla), FerbiliQ (*Azospirillum* y *Glomus* sp.) de COSUSTENTA S.A. de C.V.), Bacteriano 2704 (*Pseudomonas* sp.) del INIFAP®, estos tratamientos se inocularon, con un concentración de 1×10^{8} UFC g^{-1}, en una dosis de 500 g en la misma cantidad de semilla (Díaz *et al.,* 2011),además a todo el cultivo se le incorporó 9-23-00+50 kg de Urea por ha, y el tratamiento Testigo (Productor, sin biofertilizantes) 9-23-00+50 kg de Urea por ha.

Con cada tratamientos a base de biofertilizantes se inocularon las semillas de maíz, con la dosis por ha recomendada, se pesó la cantidad de biofertilizante o en su defecto fue medido con probeta el biofertilizante líquido, se mezcló con agua y se aplicó a la semilla para posteriormente revolverla homogéneamente cuidando que toda la semilla quedará bien impregnada con el biofertilizante. La siembra fue manual, sobre suelo húmedo. La fecha de siembra fue el 22 de junio de 2011. Los surcos se trazaron con hilos marcados a 1.20 cm y la distancia entre plantas fue de 60 cm sembrando cuatro semillas por sitio y realizando un aclareo a los 12 días después de la emergencia de la planta. La germinación se inició 5 días después de la siembra. La fertilización química fue aplicada a los 20 días después de la siembra (DDS) en los todos tratamientos, se incorporó al cultivo según la tecnología del productor. El cultivo fue establecido en temporal y solo se le aplicaron dos riegos de auxilio durante el período de germinación y durante la aplicación del fertilizante.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En relación al parámetro altura de la planta se realizaron tres muestreos a los 44, 56 y 70 días después de la siembra (Cuadro 1). El tratamiento Bacteriano 2709 sobresalió permitió el mayor crecimiento en altura de las plantas, en todas las fechas de muestreo obteniendo una altura final de 176 cm, seguido del testigo el cual registro una altura final de 174 cm. El diámetro del tallo y número de hojas presentaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos (Cuadro 1). Siendo el tratamiento Bacteriano 2709 el que mostro después de 70 DDS un diámetro de tallo de 2.57 cm, seguido del Testigo 2.43. El mayor número de hojas por planta (Cuadro1) a los 44 DDS lo obtuvo el Testigo superando al resto de los tratamientos, a los 56 DDS nuevamente el Testigo sobresalió entre los tratamientos, finalmente a los 70 DDS el tratamiento del Bacteriano es el que sobre sale en relación al número de hojas. Con relación a los días a floración el cultivo floreció aproximadamente a los 56 días de haberse sembrado, pero el tratamiento Bacteriano 2709 presentó una ligera ventaja de 2 días a comparación del resto de los tratamientos, esta variedad tiene una floración a los 60 días con presencia de un buen temporal, de esta forma todos los tratamiento adelantaron su floración con los biofertilizantes.

Cuadro 1. Efecto de biofertilizantes en crecimiento de maíz Zarco 76 bajo condiciones de campo en el Municipio de Muna, Yucatán.

Tratamiento	**44 DDS**			**56 DDS**			**70 DDS**		
	AP	**DT**	**NH**	**AP**	**DT**	**NH**	**AP**	**DT**	**NH**
Testigo (sin biofertilizantes)	127 ba	2.58 a	12.45 a	163.95 b	2.15 ba	12.35 a	174.75 a	2.43 a	12.2 ba
Micorriza INIFAP®	129.15 ba	2.33 ba	11.6 ba	149.05 b	2.28 ba	11.9 ba	159.9 b	2.38 a	11.9 b
Biofertibuap	123.5 b	2.53 ba	10.45 b	164.75 ba	2.04 b	10.7 b	158.9 b	2.38 a	12.1 ba
FerbiliQ	125.2 b	2.25 b	11.5 ba	168.5 a	2.45 a	11.1 ba	160.95 b	2.37 a	11.8 b
Bacteriano 2709	140 a	2.39 ba	11 b	158.25 ba	2.33 ba	12.25 b	175.9 a	2.57 a	12.8 a
DMS	**13.96**	**0.30**	**1.38**	**19.06**	**0.33**	**1.42**	**13.02**	**0.24**	**0.80**

NOTA: Medias con la misma letras dentro de las columnas son estadísticamente iguales (Tukey P=*0.05)*
DMS= Diferencia mínima significativa

El efecto de los tratamientos en el tamaño de las mazorcas, a pesar de no presentar diferencias significativas entre los tratamientos, visualmente las mazorcas del tratamiento Bacteriano 2709 mostraron tener una mazorca más vigorosa y tener un llenado más completo de la misma,

contrario del tratamiento FerbiliQ donde se obtuvo el tamaño más alto (22 cm), la mazorca no presentaba un aspecto vigoroso y llenado completo (Cuadro 2). El peso seco de 1000 semillas vario entre 258 a 302 gramos entre los tratamientos, siendo la combinación de Micorriza INIFAP + 50% de la fertilización química el tratamiento con mayor peso (302 g), seguido del Bacteriano 2709 + 50% fertilización química (293 g) y el de mejor peso el Testigo con 258 g. La respuesta de los tratamientos con el 50% de la fertilización química fue superior a la respuesta obtenida en el Testigo con el 100% de fertilización química (Cuadro 3).

Cuadro 2. Efecto de biofertilizantes en variables de producción de maíz.

Variables	**Tratamientos**				
	TESTIGO	**MICORRIZA**	**BUAP**	**FERBILIQ**	**BACTERIANO 2709**
Tamaño de las mazorcas (cm)	21	19	20	22	21
Peso de las mazorcas (Kg)	92.800	38.200	30.500	51.100	57.300
Peso fresco del grano (Kg)	34.3	27.9	30.3	34.3	36.6
***Peso seco del grano** (g)	195.1	188.5	188.8	189.6	185.4
Rendimiento (Ton/Ha)	**2.46**	**2.41**	**2.42**	**2.85**	**2.68**

***250 g de semillas**

El mayor rendimiento obtenido fue el obtenido en el tratamiento FerbiliQ con 2.85 Ton/Ha, seguido del Bacteriano 2709 con 2.68 Ton/Ha, el resto de los tratamientos tuvieron un rendimiento similar de 2.4 Ton/Ha (Cuadro 2). Los datos de rendimiento logrados durante esta parcela de maíz (P-V), no fueron los óptimos logrados con esta variedad en el estado. En rendimiento de grano de dos tratamientos de biofertilización fueron iguales estadísticamente al testigo, sobre saliendo el tratamiento FerbiliQ con el mayor rendimiento obtenido seguido del Bacteriano 2709. A pesar de que el tratamiento FerbiliQ fue el tratamiento con el mayor rendimiento obtenido no fue el tratamiento que sobresalió en otros parámetros evaluados como por ejemplo el porcentaje de proteína cruda más alto se obtuvo en el Bacteriano 2709, así también como en las características morfológicas de la planta, tales como la altura, diámetro del tallo y número de hojas presentaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos sobresaliendo el tratamiento Bacteriano 2709 con relación al testigo inclusive a los otros tratamientos.

Cuadro 3. Efecto de los biofertilizantes en relación al peso fresco y peso seco de 1000 semillas del Hibrido Zarco 76.

Tratamiento	Peso Fresco del grano (1000 semillas)	Peso Seco del grano (1000 semillas)
TESTIGO	310	258.3
MICORRIZA	386	302.1
BUAP	383	296.2
FERBILIQ	370	279.3
BACTERIANO 2709	379	293.2

Se evaluó el porcentaje de proteína de grano al termino de la cosecha de todos los tratamientos, resultando que los tratamientos Bacteriano 2709 (11.22 %) y FerbiliQ (11.01 %) fueron los tratamientos de mayor porciento de proteína obtuvieron seguidos del resto de los tratamientos (Cuadro 4). Zepeda-Bautista *et al*. (2009) determinaron que el porciento de proteína cruda en la composición del grano puede ser modificada mediante prácticas agronómicas evaluó diferentes dosis de N-P-K en maíz y encontraron que la proteína en grano de los híbridos evaluados varió de 9.5 a 11.5 % según su fuente de fertilización y manejo agronómico. En este caso se observo que el porciento de proteína cruda vario de 10.64 a11.22%, siendo el Bacteriano 2709 el tratamiento que sobresale.

Cuadro 4. Porcentaje de proteína cruda determinada en grano de maíz de los tratamientos evaluados.

Parámetro	Método	Testigo	Micorriza	BUAP	FerbilQ	Bacteriano 2709
Materia seca (%)	Desecación	81.52	84.17	84.12	83.37	84.32
Ceniza (%)	Acenización	1.40	1.27	1.33	1.49	1.38
Proteína cruda (%)	Kjeldhal	10.94	10.69	10.91	11.01	11.22
Extracto etéreo (%)	Soxhlet	0.97	3.91	3.50	3.00	3.25
Humedad (%)	Desecación	18.49	15.84	15.89	16.64	15.69

CONCLUSIONES

Los resultados del estudio mostraron el potencial, que tienen los biofertilizantes Bacteriano 2709 y FerbiliQ, en el crecimiento, nutrición y rendimiento del cultivo.

Los resultados señalan que existe un efecto benéfico, sobre el incremento de proteína de este cultivo por la adición de estos biofertilizantes, sobresaliendo Bacteriano 2709, seguido por FerbiliQ.

BIBLIOGRAFÍA

Akello, J., Dubois, T., Coyne, D., Kyamanywa, S. 2008. Effect of endophytic *Beauveria bassiana* on populations of the banana weevil, Cosmopolites sordidus and their damage in tissue-cultured banana plants. Entomologia Experimentalis et Applicata. 129:157-165.

Bashan, Y., Holguin, G., de-Bashan, L. E. 2004. *Azospirillum*- plant relationships: physiological, molecular, agricultural and environmental advances (1997-2003). Canadian Journal of Microbiology. 50 (8): 521-557.

Bashan, Y., de-Bashan, L. E. 2010. Chapter Two. How the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum* Promotes Plant Growth. A Critical Assessment Advances in Agronomy Agronomy. 108:77-136.

Bremner J M, Mulvaney C. 1982. Nitrogen total. En Page A L et al. (Eds.) Methods of soil analysis. Part 2 Agron. Monog 9 Am. Soc. Agron. and Soil Sci. Soc. Am., Madison, Wisconsin, EEUU. p. 595-624

Deguchi, S., Shimazaki, Y., Uozumi, S., Tawaraya, K., Kawamoto, H., Tanaka, O. 2007. White clover living mulch increases the yield of silage corn via arbuscular mycorrhizal fungus colonization. Plant Soil. 291:(1-2) 291–299.

Díaz F. A., Pecina Q. V., Montes G. N., Jacques H. C., Garza C. I. (2011). Impacto de inoculantes microbianos en sorgo cultivado bajo déficit de humedad en el suelo. In: Oswal SU (ed) Retos de la Investigación del Agua en México: UNAM-CONACYT. México, pp. 273-282.

El-Tarabily, K. A., Nassar, A. H., Hardy, G. E. S. J., Sivasitham- Param, K. 2009. Plant growth promotion and biological control of *Pythium aphanidermatum*, a pathogen of cucumber, by endophytic actinomycetes. Journal of Applied Microbiology 106:13-26.

Lodewyckx, C., Vangronsveld, J., Porteous, F., Moore, E. R. B., Taghavi, S., Mezgeay, M., van der Lelie, D. 2002. Endophytic bacteria and their potential applications. Critical Reviews in Plant Sciences. 21(6): 583-606.

Mayz-Figueroa, J. 2004. Fijación biológica de nitrógeno. UDO Agrícola 4(1):1-20.

Mena-Echevarría, A., Olalde, V., Fernández, K., Serrato, R. 2013. Diferencias en la respuesta del maíz (*Zea mays* L.) a la inoculación con *Glomus cubense* (Y. Rodr. & Dalpé) y con un conglomerado de especies de hongos micorrízicos arbusculares (HMA). Cultivos Tropicales. 34: (2) 12-15.

Montañez, A., Abreu, C., Paul, R., Gill, P. R., Hardarson, G., Sicardi, M. 2008. Biological nitrogen fixation in maize (*Zea mays* L.) by 15N isotope-dilution and identification of associated culturable diazotrophs. Biology and Fertility of Soils. 45(3):253-263.

Plenecassagne A, Romero FE, López BC (1999). Manual de Laboratorio: Análisis de Suelo, Planta, y Agua. INIFAP-ORSTOM. México, P. 173.

Rangel-Lucio, J. A., Rodríguez-Mendoza, M. N., Ferrera- Cerrato, R., Castellanos-Ramos, J. Z., Ramírez-Gama, R. M., Alvarado-Bárcenas, E. 2011. Afinidad y efecto de *Azospirillum* sp. en maíz. Agronomía Mesoamericana. 22: (2) 269-279.

Walkley A., Black I. A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 37:29-38

Zepeda B. R., A. Carballo C., A. Muñoz O., J. A. Mejía C., B. Figueroa S., F.V. González C., C. Hernández, A. 2009. Proteína, triptófano y componentes estructurales del grano en híbridos de maíz producidos bajo fertirrigación. Agrociencia. 43:143–152.

FACTORES QUE AFECTAN LA CONFORMACIÓN CORPORAL EN CORDEROS BLACKBELLY Y F1 DESTETADOS

Rojas RO*, Murguía OM y GCantón CJ

Campo Experimental Mocochá, INIFAP – SAGARPA. rojas.octavio@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La raza Katadhin, a través del cruzamiento es utilizada para mejorar la conformación de las razas nativas de pelo, como son la raza Pelibuey y Blackbelly. En sus características, también presentan buena adaptación al trópico con importantes ganancias de peso. Las razas nativas presentan, como mejores características la amplia estación reproductiva a través del año y buena habilidad materna en los cruzamientos, Ferrer, 2010. Se ha reportado a las razas Dorper y Katadhin una mayor eficiencia reproductiva que en las razas nativas, midieron el peso al destete, en varios ranchos, en animales cruzados y puros de razas sintéticas encontraron un incremento superior al 20 -30%, que los corderos de las razas nativas, Hinojosa y Col, 2009. La raza Blackbelly es una raza que ha sido desplazada por la raza Pelibuey, a pesar de tener genes de alta prolificidad, amplia estacionalidad reproductiva y alta resistencia a parásitos tropicales. Su población ha disminuido en forma importante en el país, González y Col, 2002.

OBJETIVO

El objetivo del trabajo fue conocer los factores que afectan las medidas de conformación corporal entre corderos Blackbelly puros y F1 katadhin X Pelibuey.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se evaluaron 115 corderos totales al destete del Campo Experimental Mocochá, en Yucatán, de ambos sexos siendo 68 machos y 47 hembras. 52 corderos cruzados F1 de Katadhin - Pelibuey y de 63 corderos Blackbelly puros. Todos los corderos fueron alimentados con leche de sus madres, 16 horas juntos y separados 8 horas al pastoreo, donde los corderos permanecieron en corral con excluidores de animales adultos con suplementación de concentrado 18% PC., heno de pasto Tanzania y agua ad libitum. Se vacunaron para prevenir problemas neumónicos (Manhemia, spp.) Las mediciones fueron efectuadas con una cinta métrica de tela por un operador experimentado. Las variables de respuesta fueron: peso al nacer, peso al destete, perímetro toráxico, largo y alto del cordero, largo y ancho del lomo, perímetro de la pierna. En los machos se incluyeron medidas de circunferencia escrotal, diámetro, largo y consistencia

testicular. Las definiciones de las variables fueron (Moreno y Col., 2013): Peso nacer y peso al destete (60 días aprox.): tomado con balanza numérica, Largo del cordero: distancia comprendida entre la apófisis espinosa de la escápula y el isquion. Alto del cordero: distancia que existe entre la parte más alta de la cruz (región interescapular o cervicotoracica) y el suelo, teniendo en cuenta que el animal debe estar bien parado en un terreno plano. Perímetro torácico: medida del contorno del tórax, desde la parte más alta de la cruz, pasando por la región esternal inferior, perpendicularmente al suelo. Para las mediciones del lomo (Domínguez y Col., 2010) fueron: Ancho del lomo: distancia de las apófisis transversas medidas entre 3 y 4 vertebras lumbares. Largo del lomo: Distancia entre la primera y sexta vertebras lumbares. Para el perímetro del muslo se considero la medición a la mitad del hueso del femur. Todas las medidas fueron efectuadas al destete (a excepción del peso al nacer). Se utilizó un modelo lineal de efectos fijos, que fueron: sexo (machos vs. hembras), raza (F1 de Katadhin - Pelibuey vs. Blackbelly puros) y tipo de parto al nacer. La covariable utilizada fue edad del cordero al momento del destete. Para el análisis estadístico, se utilizo el programa SAS (ver. 9.0) en base a un modelo lineal de efectos fijos. Para establecer diferencias entre las medias se utilizó la prueba de Duncan.

RESULTADOS y DISCUSIÓN

Para el **efecto del sexo** de los corderos, no se encontraron diferencias estadísticas significativas (P>0.05) en las siguientes variables de peso al nacer, el peso al destete, perímetro toráxico, altura del cordero, largo y ancho del lomo y perímetro del muslo, ver cuadro 1:

Cuadro 1.- Efecto del sexo de los destetes sobre las variables de conformación corporal.

VARIABLES	**Machos**	**Hembras**
Peso al nacer (kg)	3.10_a	2.96_a
Peso al destete (kg)	12.74_a	12.03_a
Perímetro toráxico (cm)	53.20_a	52.85_a
Largo del cordero (cm)	50.23_a	48.97_a
Altura del cordero (cm)	50.36_a	49.65_a
Largo del lomo (cm)	10.46_a	10.41_a
Ancho del lomo (cm)	10.75_a	10.61_a
Perímetro del muslo (cm)	25.93_a	25.85_a

Para peso al nacer y el peso al destete no se encontraron diferencias en las medidas corporales evaluadas, difiriendo a lo encontrado por Hinojosa y Col, 2009 y por Montalvo en 2003, en donde ellos si encontraron diferencias por grupos raciales sintéticos. Caso contrario

fue lo encontrado por González y Col. en 2002, donde coincidió el peso al nacer y al destete dentro del rango que tiene la raza Blackbelly para este trabajo. Para este trabajo fue muy importante la alimentación del heno y el aporte de la suplementación del concentrado. Todas las hembras en lactancia estuvieron suplementadas 250 gr por día, ayudando a producir la leche suficiente para los corderos. A diferencia de trabajo de Peña y Col., 1990, donde encuentran diferencia por sexo en altura del cordero en animales adultos, en los corderos de este trabajo, no se manifestó el difmorfismo sexual por lo menos hasta los 60 días, que fueron muy similares. Laguna, 2010 encontró que la altura de la cruz (altura de los corderos) en ovejas fue mayor que en machos, para este trabajo fue ligeramente superior númericamente en machos que en hembras, coincidiendo con Peña, 1990. En los datos de Hurtado y Col., 2003, fueron muy inferiores a lo encontrado para el presente trabajo. En lo que se refiere al largo del cordero (diámetro longitudinal) y perímetro toráxico, laguna, 2010 encontró que fue mayor en las hembras que en los machos no coincidiendo a lo encontrado en este trabajo, donde fue mayor en los corderos machos que en las hembras en forma númerica e igual a los reportado por Montalvo en 2003. Para la medición del perímetro del muslo fue novedosa porque no se encontraron trabajos que la reporten. Consideramos su importancia de debido a que después del lomo es la pieza de mayor valor comercial y que poco se ha estudiado.

Para el **efecto de la raza** de los corderos, no se encontraron diferencias estadísticas significativas (P>0.05) en las siguientes variables: peso al nacer, el peso al destete, perímetro toráxico, altura del cordero, largo y ancho del lomo y perímetro del muslo, ver cuadro 2:

Cuadro 2.- Efecto de la raza y cruzamiento de los destetes sobre las variables de conformación corporal.

VARIABLES	**Blackbelly**	**F1 Katadhin / Pelibuey**
Peso al nacer (kg)	3.07 $_a$	3.01 $_a$
Peso al destete (kg)	12.78 $_a$	12.17 $_a$
Perímetro toráxico (cm)	53.48 $_a$	52.71 $_a$
Largo del cordero (cm)	49.73 $_a$	49.71 $_a$
Altura del cordero (cm)	50.84 $_a$	49.15 $_a$
Largo del lomo (cm)	10.51 $_a$	10.36 $_a$
Ancho del lomo (cm)	10.77 $_a$	10.62 $_a$
Perímetro del muslo (cm)	26.03 $_a$	25.76 $_a$

Montalvo, 2003 comparando los genotipos de Pelibuey, Blackbelly, Dorper, Katadhin y Santa Cruz, no encontró en diferencias significativas entre ellas para medida de altura del cordero

(altura de la cruz) en corderos al destete a los 90 días. Para ancho de lomo encontró diferencias significativas entre Dorper y Pelibuey, pero no entre los genotipos de Blackbelly y Katadhin, coincidiendo con lo encontrado para este trabajo para los mismos genotipos, cabe mencionarse que las mediciones de lomo fueron superiores en este trabajo, lo que nos indica que el rebaño ha pasado por un proceso de selección para esta variable. En lo que se refiere del peso al destete, Montalvo, 2003 no encontró diferencias significativas para el peso al destete (90 días) y perímetro toráxico entre los genotipos Pelibuey, Blackbelly, Santa Cruz y si para los genotipos sintéticos de Katadhin y Dorper, no coincidiendo con lo encontrado en el presente trabajo ya que fueron iguales los corderos Blackbelly y los corderos F1 (60 días).

Para el **efecto del tipo de parto al nacer**, se encontraron diferencias estadísticas ($P<0.05$). Para el peso al nacer se encontró en simple fue de 3.5_a, doble 3.0_b y triple 2.4_c, kg respectivamente. Para el peso al destete se encontró en simple de 13.9_a, doble 12.7_b y triple 10.2_c, kg respectivamente. Para el perímetro toráxico se encontró en simple de 55.1_a, doble 53.6_b y triple 49.5_c, cm respectivamente. Para el largo del cordero se encontró en simple de 51.1_a, doble 50.3_b y triple 46.5_c, cm respectivamente. Para la altura del cordero se encontró en simple de 51.6_a, doble 50.2_b y triple 48.2_c, cm respectivamente. Para el largo del lomo se encontró en simple de 10.6_a, doble 10.4_{ab} y triple 9.7_b, cm respectivamente. Para el ancho del lomo no se encontraron diferencias estadísticas ($P>0.05$), en simple fue de 11.0_a, doble 10.7_a y triple 10.2_a, cm respectivamente. Para el perímetro del muslo se encontraron diferencias significativas ($P<0.05$), en simple fue de 26.5_a, doble 26.2_a y triple 24.0_b, cm respectivamente. Ver cuadro 4.

Cuadro 4.- Efecto del tipo de parto de los destetes sobre las variables de conformación corporal.

VARIABLES	**Simple**	**Doble**	**Triple**
Peso al nacer (kg)	3.55_a	3.09_b	2.49_c
Peso al destete (kg)	13.91_a	12.73_a	10.29_b
Perímetro toráxico (cm)	55.16_a	53.60_a	49.50_b
Largo del cordero (cm)	51.11_a	50.32_a	46.54_b
Altura del cordero (cm)	51.66_a	50.22_{ab}	48.27_b
Largo del lomo (cm)	10.62_a	10.44_{ab}	09.77_b
Ancho del lomo (cm)	11.00_a	10.76_a	10.22_a
Perímetro del muslo (cm)	26.56_a	26.25_a	24.09_b

PV Albeitar, 2013, encontraron en la raza Pelibuey que el tipo de parto influyo en las 14 mediciones zoométricas que evaluaron, las comunes para ambos trabajo fueron altura de la cruz, largo del cuerpo, perímetro toráxico. Las medidas zoométricas de las crías que provienen de partos simples fueron superiores estadísticamente a los partos múltiples. Coinciden los resultados con este trabajo al encontrar lo mismo. También coinciden con los datos encontrados por Hurtado y Col., 2003. Los corderos de partos simples no tienen competencia por el alimento en el útero como la tienen los corderos de partos múltiples y el espacio del útero tiene una capacidad de crecimiento en la gestación finita por lo que al desarrollar varios corderos disminuye su tamaño.

Para las mediciones testiculares en machos no se encontraron diferencias significativas ($P>0.05$). Para circunferencia escrotal (cm) fue de 9.4_a Katadhin / Pelibuey vs. 8.8_a para Blackbelly, para diámetro testicular (cm) fue de 3.1_a para Blackbelly vs 3.0_a Katadhin / Pelibuey, para condición testicular (cm) fue de 2.2_a para Blackbelly vs. 2.2_a Katadhin / Pelibuey) y para largo testicular (cm) fue 2.7_a para Katadhin / Pelibuey vs. 2.6_a para Blackbelly. Por tipo de parto para circunferencia escrotal en simple fue de 9.45_a, doble 9.0_a y triple 8.0_a, cm. Para diámetro testicular en simple fue de 3.3_a, doble 3.0_a y triple 3.0_a, cm. Para condición testicular fue en simple 2.3_a, doble 2.2_a y triple 2.1_a, cm. Para largo testicular fue de simple 2.7_a, doble 2.6_a y triple 2.5_a, cm.

En lo que se refiere a la circunferencia escrotal, se encontró para este trabajo que los corderos machos tuvieron el 30% del tamaño en forma adulta encontrado por Laguna, 2010, en machos de pelo adultos. Montalvo en 2003 en corderos de 90 días no encontraron diferencias significativas en la circunferencia escrotal entre los genotipos Pelibuey, Katadhin, Blackbelly y Dorper, siendo de un 20% mayor a lo encontrado en el presente trabajo a los 60 días de edad.

Para el **efecto de la raza** de los corderos, no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$) en las variables de circunferencia escrotal, diámetro testicular, consistencia testicular y largo testicular.

CONCLUSIONES

Las medidas de conformación corporal evaluadas no fueron influenciadas por efectos del sexo y la raza, pero sí, en forma importante por el tipo de parto al nacer, sobresaliendo el peso al nacer, peso al destete, perímetro toráxico, largo del cordero, alto del cordero, largo del lomo y perímetro de la pierna. Resalta la importancia de conocer este tipo de medidas de conformación corporal para desarrollar programas de selección al destete en corderos. Existen pocos trabajos

de mediciones testiculares en corderos y deberá realizarse investigación para la dinámica de crecimiento de los testículos desde corderos hasta que alcanzan el tamaño adulto.

BIBLIOGRAFÍA

Domínguez T.M., Castro TN.C.A., Ghezzi M., islas S., Carrica M. 2010. Columna Vertebral. UNCPBA – FCV. Área de anatomía de los animales dómesticos. http://www.vet.unicen.edu.ar/html/Areas/Documentos/Anatomia%20I%20y%20II/2011/CUELLO%20Y%20DIAG%20PDF/C%20VERTEBRAL-COSTILLAS-ESTERNON-TORAX.pdf.

Ferrer, A. A. 2010. Veracruz. http://ugrnv.com.mx/web/wp-content/uploads/2012/10/ESTRATEGIAS-DE-CRUZAMIENTOS-PARA-SISTEMAS-TROPICALES.pdf.

González G.R, Torres H. G., Castillo A. M. 2002. Crecimiento de corderos Blackbelly entre el nacimiento y el peso final en el trópico húmedo de México. Programa de Ganadería, IREGEP, Colegio de postgraduados, 56230, Montecillo, Estado de México. http://www.ejournal.unam.mx/rvm/vol33-04/RVM33408.pdf.

Hinojosa-Cuellar J.A., Regalado – Arrazola F. M. y Oliva-Hernández J. 2009. Crecimiento prenatal y predestete en corderos Pelibuey, Dorper, Katadhin y sus cruces en el Sureste de México. Revista Cientifica Maracaibo. V 19. No. 5. http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-22592009000500013&script=sci_arttext.

Hurtado A., Salvador A., Morantes M., Colmenares M. 2003. Relación entre el peso corporal, medidas corporales y edad en corderos de la raza West African y Barbados Barriga Negra desde el nacimiento hasta el destete. Rev. Fac. Cs. Vets. UCV.44 (2): 144-155. http://bibliofcv.veter.ucv.ve/revistafcv/pdf/Evaluaci%C3%B3nAS.pdf.

Laguna G. J.C. 2010. Tesis de Maestro Tecnólogo. Analisis del sistema de producción de ovinos de pelo en el suroeste del departamento de Matagalpa, Nicaragua. Colegio de Postgraduados. Campus Puebla. http://www.biblio.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/362/Laguna_Gamez_JC_MT_EDAR_2010.pdf?sequence=1.

Montalvo M.P. 2003. Zoometría comparativa de los ovinos de pelo. Tesis de Maestría en Ciencias. Instituto Tecnologico Agropecuario de Conkal, Yucatán. pp. 50-80.

Moreno M.J., Montes V.D., Ucros P. J., Fernández Q.A., Cardona A. J. 2013. Variabilidad morfoestructural de la hembra ovina de pelo criollo colombiana. Livestock Research for Rural Development 25 (5). http://www.lrrd.org/lrrd25/5/more25083.htm.

Peña B. F. Domenech G.V., Aparicio R. F. Cruz M.M. 1990. Estudio biométrico en la raza ovina Segureña. Arch. Zootec .39: 249-261. http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/12_17_57_145_4.pdf.

Portal Veterinario Albeitar. 2013. Factores no genéticos y medidas corporales predestete en ovinos. http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/3365/ARTICULOS-RUMIANTES-ARCHIVO/Factores-no-gen&eacuteticos-y-medidas-corporales-predestete-en-ovinos-pelibuey.html

AFINIDAD Y EFECTO DE DIVERSOS INOCULANTES MICROBIANOS EN MAÍZ

Mónica G. Lozano-Contreras[1], Arturo Díaz-Franco[2], Flor Elena Ortiz-Cháirez[2], Gerardo Armando Aguado-Santacruz[3], Oscar Arath Grageda-Cabrera[3].

[1]Campo Experimental Mocochá, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km 25.5 Antigua Carretera Mérida-Motul, C.P. 97454. Mocochá, Yuc. Tel y Fax: 01 (991)9162218. [2]Campo Experimental Rio Bravo-INIFAP. Rio Bravo, Tamaulipas. [3]Campo Experimental Bajío-INIFAP. Celaya, Guanajuato. lozano.monica@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Diversos estudios se han centrado en conocer mejor los efectos derivados de los microorganismos del suelo, tales como biofertilizantes, utilizados para aumentar la producción de los cultivos (Xiang *et al*., 2012), con la finalidad de sustituir o reducir (Adesemoye *et al*., 2009; Carpio *et al.,* 2005) la utilización del fertilizante químico y conferir tolerancia contra patógenos del suelo (Ferrera y Alarcón, 2008), así como proporcionar tolerancia a factores abióticos (Singh *et al*., 2011). Sin embargo, algunas cepas se benefician más a un determinado hospedero en comparación con otros, además de sus funciones que podrían verse alterados bajo ciertos suelos y condiciones climáticas; de tal forma, las marcadas diferencias entre especies e incluso entre las cepas se revela claramente por tal hecho (Hungria *et al*., 2010; Montero *et al*., 2010; Rodríguez *et al*., 2004). Muchos Inoculantes se preparan a partir de cepas microbianas introducidas o extranjeras, pero actualmente se ha hecho énfasis en el uso de cepas nativas que pueden introducirse a través de su inoculación en cultivos con una mayor capacidad de adaptación y eficiencia en determinados lugares y climas (Ferrera y Alarcón, 2008; Hungria *et al.,* 2010; Tchabi *et al.,* 2010). Es importante entender la relación entre la formación de micorrizas y sistemas de producción, con el objetivo de contar con una cepa que esté integrada dentro del modelo agronómico del cultivo (Plenchette *et al.,* 2005). En consecuencia, el presente estudio pretende evaluar diversas cepas microbianas de origen nacional, para conocer mejor su impacto en el crecimiento, nutrición y rendimiento de maíz en campo.

MATERIAL Y METODOS

Tratamientos y Establecimiento. El experimento se realizó en Campo Experimental Rio Bravo, Río Bravo, Tamaulipas perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Se emplearon semillas de maíz híbrido Pioneer '3025W'. Se evaluaron un total de seis cepas experimentales de HMA, pertenecientes a la colección de

cepas INIFAP, procedentes de regiones áridas y semiáridas del norte de México [3 (*Glomus mosseae*), 20 (*Gigaspora albida*), 32 (*G. mosseae*), 35 (*G. mosseae*), 39 (*G. mosseae*) y 55 (*Gigaspora albida*)], un consorcio de BPCV [*Pseudomonas* spp (2709 Bacteriano), Campo Experimental Bajío, INIFAP, Celaya, Gto.] (Ba), micorriza arbuscular INIFAP (*Rhizophagus intraradices*, Campo Experimental de General Terán, INIFAP, General Terán, N.L.) (M) y un control fertilizado (FC), se empleo la dosis de fertilización regional, con 120 kg ha^{-1} nitrógeno y fósforo de 40 kg ha^{-1}; la mitad de la N era aplicada a la siembra y la otra mitad antes de la floración (CERIB, 2011). La inoculación de los tratamientos consistió en 1 Kg (≥65 esporas/g) del inoculante por cada 18 Kg de semillas (ha); se inoculó la BPCV, en concentración de 1 x 10^8 UFC g^{-1}, en una dosis de 500 g en la misma cantidad de semilla (Díaz *et al.,* 2011). La plantación se estableció en 02 de febrero de 2010 en un diseño de bloques completos al azar con seis repeticiones. La unidad experimental consistió de cuatro filas 0.80 m de ancho y 6 m largas.

Variables Evaluadas. Se midió el contenido de clorofila in situ a través de las lecturas tomadas durante su establecimiento en la séptima hoja y en la floración, para ello se empleo un medidor de clorofila portátil (Minolta SPAD-502 ®). Se realizó un análisis del contenido mineral foliar de N, P, Fe y Zn en floración en el laboratorio agua-suelo-planta, Campo Experimental Río Bravo, INIFAP. Y se cuantificó el N mediante el método Kjieldahl con rápida digestión; el P se midió mediante el método colorimétrico de molibdo-amonio metavanadato; el Fe y Zn por una digestión húmeda con una mezcla de ácido nítrico-perclórico. Se determinó la concentración de elementos con un espectrofotómetro de absorción atómica (Plenecassange *et al*., 1999). Se estimó la biomasa seca foliar y radical de cinco plantas tomadas de las filas centrales de cada parcela. Un total de cinco plantas en su madurez fisiológica fueron excavadas en aleatorio (Díaz *et al*., 2011) de las filas centrales, que fueron quitadas con una pala para extraer el volumen de suelo debajo de la planta, con el objetivo de determinar el porcentaje del total de la colonización. Las raíces se lavaron para eliminar el suelo, corte en trozos de 1 cm, tenerlos mezclados y tomar sub-muestras de 1g, posteriormente se realizó la determinación de la colonización con 10% KOH y 0.03% tinción azul trypan (Phillips y Hayman, 1970), montado sobre portaobjetos microscópicamente los segmentos de examinar y determinar el porcentaje de estructuras fúngicas, de acuerdo al método Giovannetti y Mosse (1980). Se cuantificó el rendimiento de grano por cosecha y trilla los oídos de las dos filas centrales con la humedad del grano ajustado al 14%.

Análisis Estadísticos. Los efectos derivados de los tratamientos en las variables se determinaron mediante análisis de varianza; la prueba de Tukey (p≤0. 05) fue utilizada para la comparación de medias. El análisis estadístico se realizó con el programa Statgraphics Plus (Manugistics, 1997).

RESULTADOS Y DISCUSION

Estado Nutricional. El valor más alto de la clorofila se presentó en la séptima etapa de la hoja (p=0.001) se observó que el testigo fertilizado, en comparación con el resto de los microorganismos son estadísticamente similares. El testigo fertilizado y la micorriza INIFAP obtuvieron los mayores valores de índice de clorofila (p=0.003) durante la etapa de floración, con un 48.8 (promedio de ambos) que el resto de los microorganismos (Cuadro 1). Se observo que los pigmentos fotosintéticos se incrementaron en el sorgo inoculado con el hongo micorrízico de *Rhizophagus intraradices*, en comparación con las plantas sin inocular (Abdel y Mohaedin, 2000). La falta de diferencias significativas fue encontrada por Díaz *et al.,* (2008), en condiciones de secado, en el índice SPAD entre el maíz fertilizado con 60-20-00 y el inoculado con *R. intraradices.*

Se encontraron diferencias estadísticas (p=0.001) entre los tratamientos, con relación a las determinaciones de N, P, Fe y Zn en las hojas de maíz (Cuadro 1). Tanto los tratamientos con la fertilización química y la micorriza INIFAP fueron los tratamientos que registraron los mayores valores de N. Se ha indicado por diferentes estudios (Subramanian y Charest, 1999; Boucher *et al.*, 1999) que las micorrizas son capaces de aumentar la adquisición de N por hifas externas. Boucher *et al.,* (1999) determino que, en comparación con *G. mosseae*, el contenido de N en hojas de maíz se incrementó en plantas colonizadas por las cepas *Glomus versiforme* y *G. aggregatum*. Por el contrario, HMA evaluados por Tchabi *et al* (2010) en camote blanco (*Dioscorea rotundata*) no revelaron ningún aumento en la absorción de N; la mayor absorción de P fue promovida por la cepa 35. Miller (2000) menciona que el micelio del hongo micorrízico transporta el P del suelo a la planta inmediatamente después de la conexión con el sistema de raíz en desarrollo. La cepa 39 resultó excepcional para el contenido de Fe, que superó por más de dos veces tanto los valores obtenidos de la mayoría de los tratamientos. La inoculación con Bacteriano 2709 reveló el mayor contenido de Zn (Cuadro 1). Considerando que la deficiencia de Fe es común entre los cultivos y es un problema bastante grave, particularmente en suelos calcáreos, la cepa 39 puede representar un potencial en suelos con una disponibilidad limitada de tal elemento.

Cuadro 1. Variables evaluadas en maíz (3025W) inoculadas con diversas cepas microbianas.

Cepas	Clorofila (SPAD)		Nutrientes foliares en floración				Rendimiento (kg ha^{-1})
	7th hoja	Floración	N (%)	P (%)	Fe (mg L^{-1})	Zn (mg L^{-1})	
3	39.8 b	44.4 b	1.99 b	0.212 bc	546 b	27.0 c	7859 c*
20	38.8 b	41.8 b	1.94 b	0.220 bc	401 b	31.3 bc	8304 bc
32	37.9 b	44.5 b	1.75 c	0.226 abc	472 b	28.6 bc	8175 bc
35	38.4 b	44.0 b	1.88 bc	**0.256 a**	522 b	39.0 abc	**8829 bc**
39	39.3 b	43.0 b	1.71 c	**0.232 ab**	**1112 a**	**41.3 ab**	8207bc
55	39.0 b	43.3 b	1.30 d	0.198 c	571 b	32.6 bc	7630 c
Micorriza INIFAP	**40.6 b**	**47.6 a**	**2.20 a**	0.226 abc	393 b	39.0 abc	**9620 ab**
Bacteriano 2709	38.4 b	44.5 b	1.91 b	0.228 abc	422 b	**54.6 a**	7986 bc
140N-40P-00K	**45.8 a**	**50.1 a**	**2.26 a**	0.231 ab	463 b	31.3 bc	**11364 a**
P>F	*0.001*	*0.003*	*0.001*	*0.001*	*0.001*	*0.001*	*0.001*

* Valor con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey (p<0.05).

Producción de biomasa. Los tratamientos con la más alta producción de biomasa foliar fueron el testigo fertilizado, micorriza INIFAP y Bacteriano 2709, con un promedio de 330 g (Fig. 1). Diversas variaciones que van desde 16 hasta 24% menciona Boucher *et al.,* (1999) en maíz establecido en invernadero con respecto al aumento de la biomasa foliar con cuatro especies de HMA. La efectividad de los seis HMA fueron evaluados por Rodríguez *et al* (2004) en un estudio con tomate (*Lycopersicun esculentum*), mostrando la variabilidad de la respuesta en altura de planta y biomasa seca entre cepas.

Se registró la mayor biomasa de raíz con el tratamiento micorriza INIFAP, seguido por cepa 35 (Fig. 1). Asimismo, Montero *et al* (2010) evaluó la respuesta de dos cepas HMA (*Glomus hoi-like* y *G. mosseae*) en Chile (*Capsicum annuum*), cultivado en campo y determino diferencias en la biomasa seca de raíz entre ambas cepas, pero superiores al control; en consecuencia, se concluyó que un volumen mayor de suelo se explora dando como resultado un incremento en la biomasa seca de la raíz, debido al agua y los nutrientes absorbidos más fácilmente, mejorando de esta forma la nutrición de la planta.

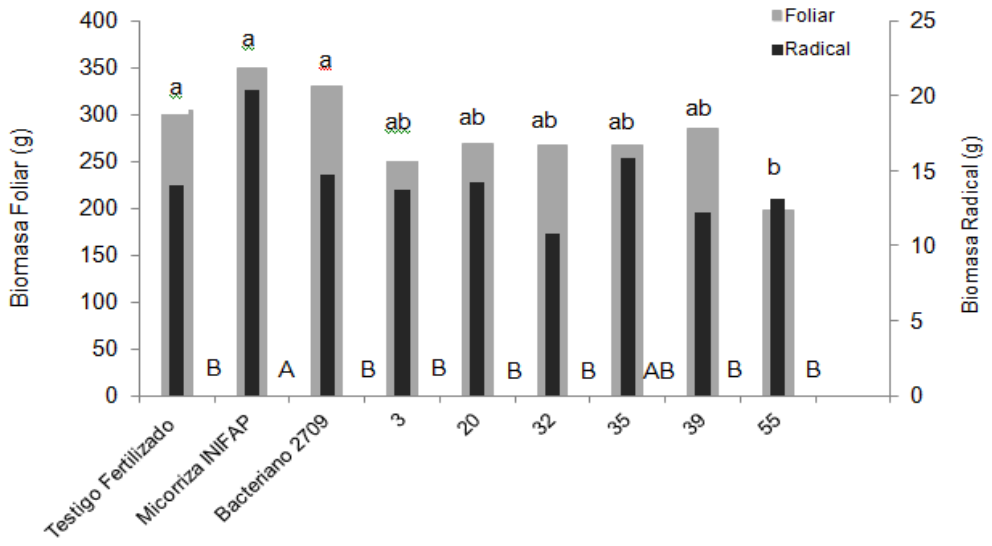


Figura 1. Proporción de biomasa seca foliar (barra gris) y raíz (barra negra) de maíz (3025W) con la inoculación de cepas microbianas. Barras con las mismas letras (minúsculas = foliar; mayúsculas = radical) no difieren de acuerdo a la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

Colonización micorrízica. Se observaron diferencias significativas (p=0.001) en la colonización micorrízica, que varió de 39,6 a 90.3%. Los porcentajes de colonización fueron altos en todas las cepas de HMA, el control y con Bacteriano 2709; particularmente, los que tenían la mayor colonización fueron la cepa 20, 32, 55 y micorriza INIFAP, que mostraron similitudes y un promedio de 87%. Según Boucher *et al*., (1999) reporta Rangos de colonización en el maíz de 26 a 72% según la especie de la cepa HMA empleada. La diferencia en la capacidad de colonización entre HMA también se ha reportados en otros cultivos (Rodríguez *et al.,* 2004; Tchabi *et al.,* 2010; Montero *et al.,* 2010). Se observó en el estudio de Tchabi *et al.,* (2010) que todas las variedades HMA fueron capaces de colonizar, independientemente de su origen geográfico. Cabe destacar que la colonización fungicida Bacteriano 2709 superó al control fertilizado. Tal fenómeno de aumento en la colonización con HMA natural a través de la inoculación de rizobacterias, aunque todavía no se entiende completamente, también se reporta este acontecimiento con *A. brasilense* en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*) (Velasco *et al.,* 2001).

Rendimiento de grano. El mayor rendimiento de grano (p=0.001) fue observado en las parcelas fertilizadas químicamente, según la dosis de fertilización química empleado en la zona norte de Tamaulipas. El tratamiento micorriza INIFAP obtiene un rendimiento de 9620 kg ha^{-1}, seguido por las cepas 35, 20, 39, 32 y Bacteriano 2709 con 8300 kg ha^{-1}, promedio; y

finalmente las cepas 3 y 55 con 7744 kg ha^{-1}, promedio (Cuadro 1). Cabe mencionar, por otro lado, que el rendimiento obtenido en el estudio presente están por encima de la producción promedio anual registrada en el norte de Tamaulipas, que es de 5.8 t ha^{-1} (SIAP, 2011). A pesar del resultado obtenido con la fertilización química este excedió un 15,3% al rendimiento obtenido con micorriza INIFAP, es importante destacar las consecuencias, particularmente de impacto económico y ambiental, involucrado en la práctica de la fertilización.

CONCLUSIONES

La expresión de los inoculantes microbianos para el potencial en el crecimiento, nutrición y rendimiento del maíz varía dependiendo de la cepa empleada.

BIBLIOGRAFÍA

Adesemoye AO, Kloepper JW (2009). Plant-microbes interactions in enhanced fertilizer-use efficiency. Appl. Microbiol. Biotechnol. 85:1-12.

Abdel FG, Mohamedin AH (2000). Interactions between a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus and their effects on sorghum plants. Biol. Fertility Soils 32(5):401-409.

Boomsma CR, Vyn TJ (2008). Maize drought tolerance: Potential improvements through arbuscular mycorrhizal symbiosis. Field Crops Res. 108:14-31.

Boucher A, Dalpe Y, Charest C (1999). Effect of arbuscular mycorrhizal colonization of four species of *Glomus* on physiological responses of maize. J. Plant. Nutr. 22(4):783-797.

Carpio AL, Davies TF, Arnold AM (2005). Arbuscular mycorrhizal fungi, organic and inorganic controlled-release fertilizers: Effect on growth and leachate of container-grown bush morning glory (*Ipomoea carnea* ssp. *fistulosa*) under high production temperatures. J. Am. Soc. Hort. Sci. 130:131-139.

CERIB (2011). Paquetes tecnológicos de producción de cultivos. Centro de Investigación Regional Noreste. Campo Experimental Río Bravo, INIFAP, México, P. 40

Díaz FA, Salinas GJ, Garza CI, Mayek PN (2008). Impacto de labranza e inoculación micorrízica arbuscular sobre la pudrición carbonosa y rendimiento de maíz en condiciones semiáridas. Rev. Fitotec. Mex. 31(3):257-263.

Díaz FA, Pecina QV, Montes GN, Jacques HC, Garza CI (2011). Impacto de inoculantes microbianos en sorgo cultivado bajo déficit de humedad en el suelo. In: Oswal SU (ed) Retos de la Investigación del Agua en México: UNAM-CONACYT. México, pp. 273-282.

Ferrera CR, Alarcón A (2008). Biotecnología de hongos micorrízicos arbusculares. In: Díaz FA, Mayek PN (eds) La biofertilización como tecnología sostenible: Plaza y Valdés, CONACYT. México, pp. 25-38.

Giovannetti M, Mosse B (1980). An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. New Phytol. 84:489-500.

González C, Gutiérrez M, Wright S (2004). Hongos micorrízicos arbusculares en la degradación del suelo y su estabilidad. Terra Latinoamericana. 22:507-514.

Hungria M, Rubens C, Souza E, Pedrosa F (2010). Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yield of maize and wheat in Brazil. Plant Soil 331:413-425.

Liu A, Hamel C, Hamilton RI, Ma BL, Smith DL (2000). Acquisition of Cu, Zn, Mn and Fe by mycorrhizal maize (*Zea mays*) grown in soil at different P and micronutrients levels. Mycorrhiza 9:331-336.

Miller MH (2000). Arbuscular mycorrhizae and the phosphorus nutrition of maize: A review of Guelph studies. Can. J. Plant. Sci. 80:47-52.

Montero L, Duarte C, Cun R, Cabrera JA, González PJ (2010). Efectividad de biofertilizantes micorrízicos en el rendimiento de pimiento (*Capsicum annuum*) cultivado en diferentes condiciones de humedad del sustrato. Cultrop. 31:11-14.

Plenchette C, Dauphin CC, Maynard JM, Fortin JA (2005). Managing arbuscular mycorrhizal fungi in cropping systems. Can. J. Plant. Sci. 85:31-40.

Plenecassagne A, Romero FE, López BC (1999). Manual de Laboratorio: Análisis de Suelo, Planta, y Agua. INIFAP-ORSTOM. México, P. 173.

Phillips JM, Hayman DS (1970). Improved procedure for clearing roots and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi. Trans. Brit. Mycol. Soc. 55:158-161.

Rodríguez YY, Pons BN, Fernández MF, Rodríguez HP (2004). Estudio comparativo de seis cepas de hongos micorrízicos arbusculares en su interacción con el tomate (*Lycopersicun esculentum*). Ecol. Appl. 3 (1):162-171.

Singh N, Samajpati N, Kanti PA (2011). Dual inoculation of salt tolerant *Bradyrhizobium* and *Glomus mosseae* for improvement of *Vigna radiata* L. cultivation in saline areas of West Bengal, India. Agric. Sci. 4:413-423.

Subramanian SK, Charest C (1999). Acquisition of N by external hyphae of an arbuscular mycorrhizal fungus and its impact on physiological responses in maize under drought-stressed and well-watered conditions. Mycorrhiza 9:69-75.

Tchabi A, Coyne D, Hountondji F, Lawouin L, Wiemken A, Oehl F (2010). Efficacy of indigenous arbuscular mucorrhizal fungi for promoting white yeam (*Dioscorea rotundata*) growth in West Africa. Appl. Soil Ecol. 45:92-100.

Velasco UL, Ferrera CR, Almaraz J (2001). Vermicomposta, micorriza arbuscular y *Azospirillum brasilense* en tomate de cáscara. Terra 19:241-248.

Xiang W, Zhao L, Xu X, Qin Y, Yu G (2012). Mutual information flow between beneficial microorganisms and the roots of host plants determined the bio-functions of biofertilizers. Am. J. Plant. Sci. 3:1115-1120.

LA INOCULACIÓN DE *Rhizopaghus* y *Azospirillum* PERMITE REDUCIR LA CANTIDAD DE FERTILIZANTES QUÍMICOS SIN REDUCIR EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTO DE PAPAYA MARADOL

Mónica G. Lozano-Contreras, Felipe Santamaría-Basulto, Elizabeth Herrera-Parra.

Campo Experimental Mocochá, INIFAP. Km 25.5 Antigua Carretera Mérida-Motul C.P. 97454, Mocochá, Yucatán, México. Tel/Fax: 01-991-9162215 Ext 113. (lozano.monica@inifap.gob.mx)

INTRODUCCIÓN

La papaya (*Carica papaya* L.) constituye un cultivo de gran importancia tanto para el mercado nacional como para la exportación. En el estado de Yucatán la mayor cantidad de la producción se vende en el mercado nacional (75%), y se comercializa principalmente en fresco. A pesar de ser un cultivo atractivo y rentable, no está alcance de todos los productores debido a los altos costos de inversión, principalmente porque este cultivo requiere grandes cantidades de fertilizantes y agua para el crecimiento y producción continúa (Nakasone y Paull, 1998). El incremento en el precio de los fertilizantes sintéticos suele ser bastante costoso porque comúnmente está relacionado en el precio del petróleo, ocasionando que el productor deba tener una inversión mayor, además de la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas por su lixiviación que comprometen la friabilidad de la tierra (Arévalo-Galarza *et al.,* 2007).

Varias investigaciones han demostrado que el uso de los microorganismos benéficos tales como los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) y las bacterias PGPR (Plant growth promoting rhizobacteria) son una herramienta efectiva para mejorar el crecimiento de las plantas, aumentar la productividad y absorción de nutrientes del suelo, aumentar la tolerancia a varias condiciones de estrés ambiental como la sequía y salinidad reduciendo los costos de producción (Oztekina *et al*., 2013; Abdel-Rahman *et al.,* 2011; Azcon-Aguilar y Barea, 1997; Constantino *et al.,* 2011; Kloepper *et al.,* 1991; Lovato *et al.,* 1996). Algunos estudios reportan los beneficios que estos simbiontes proporcionan a los cultivos tropicales, los cuales se reflejan en un rápido crecimiento y maduración de plantas (Alarcón *et al.,* 2002) y en una reducción en el tiempo de trasplante (Mohandas, 1992; Silva y Siqueira, 1991; Alarcón y Ferrera-Cerrato, 1999).

Diversos autores mencionan que *Carica papaya* L. tiene una fuerte respuesta a la colonización por hongos micorrízicos arbusculares (Sukhada, 1989, Alarcón, *et al*., 2002; Sharda y

Rodríguez, 2009). Por lo que el objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de inoculantes microbianos a base de hongos arbusculares (HMA) y la bacteria *Azospirillum brasilense* sobre el desarrollo, productividad y calidad de fruto de papaya Maradol.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en Sitio Experimental Uxmal, localizado en el municipio de Muna, Yucatán, México (20°29´08.1" de latitud norte y 89°24´39" de longitud oeste, a una altitud de 50 msnm), perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). La parcela se estableció en suelo luvisol. Las propiedades del suelo se describen en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características del suelo.

pH	Materia orgánica %	N $mgkg^{-1}$	P $mgkg^{-1}$	K $mgkg^{-1}$	% Arena	% limo	% arcilla	Textura
7.80	4.89	0.13	43.45	229.49	19.88	58	22.12	Franco-Limosa

Germinación e inoculación de la semilla. Se emplearon semillas certificadas de papaya cv. Maradol las cuales fueron puestas a pre-germinación, para ello se remojaron en agua destilada estéril durante tres días, posterior a este acondicionamiento las semillas se colocaron en jergas. Cuando las semillas iniciaron la germinación se procedió a realizar la inoculación utilizando 10 g del inoculante por cada 60 semillas. En el tratamiento con las mezclas de *Rhizophagus intraradices* + *Azospirillum basilienses* se emplearon 5 g de inóculo de cada microorganismo.

Tratamientos. Se evaluaron seis tratamientos, un testigo absoluto sin la aplicación de fertilizantes químicos ni de ningún microorganismo, otro tratamiento con la aplicación sólo del 50% de la dosis de fertilización química recomendada, mientras que el tercer tratamiento consistió de una fertilización química completa recomendada (100%), los tratamientos inoculados con microorganismos fueron los siguientes una mezcla de *Azospirillum brasilense* + *Rhizophagus intraradices* (Biosustenta^{MR}), otro con solo *R. intraradices*-INIFAP^{MR} proporcionado por el INIFAP-Campo Experimental General Terán y otro comercial *R. intraradices* (Biosustenta^{MR}), los tratamientos inoculados con microorganismos recibieron el 50% de la dosis de fertilización química.

Fertilización y Establecimiento. El establecimiento se realizó el 24 de abril de 2012 en el Sitio Experimental Uxmal en suelo luvisol, con riego rodado, se utilizó una densidad de población de 1900 plantas/ha. El tratamiento que recibió la fertilización química completa consistió en la

aplicación de 0.5-0.5-0.5 gramos de N-P-K por planta por día aplicado una vez por semana. Los tratamientos de recibieron el 50% de la dosis de fertilización química quedando en 0.25-0.25-0.25 gramos de N-P-K por planta por día aplicado una vez por semana. Se evaluó el desarrollo de las plantas (altura, diámetro del tallo), la altura al primer fruto, rendimiento (números de frutos, peso de frutos (kg), rendimiento (ton/ha)) y calidad de fruto (^{o}Brix, ángulo del tono de la cáscara, ángulo del tono de la pulpa). Los datos obtenidos se analizaron con SAS System® (SAS Institute, 2009).

RESULTADOS Y DISCUSION

A los 90 días después de la siembra, las plantas inoculadas con la combinación de *A. brasilense* y *R. intraradices* presentaron un mayor crecimiento que las plantas inoculadas solo con *R. intraradices* y las plantas fertilizadas químicamente, este efecto se confirmo con diferencias estadísticas significativas (Tukey, $P \leq 0.05$) en todas las variables de desarrollo evaluadas. De acuerdo con los resultados del Cuadro 2, la altura y el diámetro de tallo de las plantas en esta etapa de desarrollo fueron mayores con la combinación de *A. brasilense* y *R. intraradices* el cual registro una altura de 114 cm y 23.6 cm de diámetro, seguido de las plantas que solo recibieron un fertilización química completa con 106 y 23.3 cm respectivamente, la cual se asemeja mucho a los resultados obtenidos con las plantas que solo recibieron la mitad de la fertilización química y la inoculación de *R. intraradices*. Resultados similares reporta Alarcón *et al.,* (2002) en invernadero empleando *A. brasilense* y *G. claroudeum*, las plantas inoculadas con ambos microorganismos presentaron mayor beneficio en la producción de materia seca y área foliar, en comparación de las plantas testigo. Después de 180 días de evaluación el comportamiento del cultivo en respuesta a los tratamientos cambió, no se presentaron diferencias estadísticas significativas (Tukey, $P \leq 0.05$) entre los tratamientos que fueron inoculados con ambos microorganismos y el tratamiento que solo conto con una fertilización química completa (Cuadro 2). Los resultados aquí obtenidos demostraron la afinidad y efectividad positiva que tienen estos dos microorganismos al cultivo (*A. brasilense* + *R. intraradices*), los cuales registraron una altura de 183 cm y un diámetro de 37 cm; diversos estudios han demostrado en otros cultivos el efecto sinérgico de las BPCV y los HMA sobre el crecimiento vegetal, toma de nutrientes y rendimiento (Alarcón *et al.,* 2002; Constantino *et al.,* 2011). También es posible considerar la capacidad de *A. brasilense* a inducir mayor crecimiento radical en la planta huésped que le permite, además de un anclaje, mayor eficiencia en el aprovechamiento de los nutrientes y el agua (Okon *et al*., 1988).

Con relación a la afinidad de los microorganismos evaluados en este estudio, se observó que la bacteria *A. brasilense* y la micorriza *R. intraradices* tiene una mejor asociación que otros microorganismos evaluados en otros estudios para este cultivo (Cuadro 2), como el caso de Vázquez-Hernández *et al*., (2011), los cuales evaluaron *Glomus mosseae* y *Entrophospora colombiana*, las cuales tuvieron una altura promedio de 180 cm y 174 cm respectivamente, mientras que el para el diámetro de tallo reportan un promedio de 10 cm en ambos microorganismos, después de 210 días del trasplante. El presente estudio también resalta las diferencias en el crecimiento observado en plantas inoculadas con ambos microorganismos o un solo microorganismo, mostrando el efecto benéfico que ellos proporcionan a las plantas con la mitad del fertilizante químico. Esto concuerda con Quiñones-Aguilar *et al*. (2012) que reportan una afinidad positiva de *Glomus* sp cepa Zac-2 con plantas de papaya, inoculando en sus primeras etapas de crecimiento, logrando un mejor aprovechamiento de los nutrimentos presentes en el suelo, además de proporcionarles una mejor captura y absorción de aquellos elementos nutritivos poco disponibles.

Los tratamientos con la combinación de *A. brasilense* y *R. intraradices* y el testigo con fertilización al 100% produjeron la mayor cantidad de frutos por planta (14 y 12 frutos respectivamente) y dentro de éstos, la mayoría fueron del tipo elongata a pesar de que la floración coincidió con altas temperaturas, en los otros tratamientos se presentaron frutos carpeloides y pentandrias que son de poco valor comercial (Cuadro 3).

En el tamaño del fruto y rendimiento por hectárea, sobresalieron los tratamientos con fertilización química y el 50 % de la fertilización con la asociación de *A. brasilense* y *R. intraradices.* Estos tratamientos produjeron casi el doble del volumen de producción del tratamiento sin inoculación fertilizado al 50 % de la dosis recomendada. En cuanto a la calidad de fruto, no se observaron diferencias entre los tratamientos en el contenido de sólidos solubles totales, ni el color de la cáscara y pulpa (Cuadro 3). Estos resultados son similares a los datos reportados por Vázquez-Hernández *et al*. (2011) quienes encontraron que la inoculación de papaya con hongos micorrízicos incrementó la altura de la planta pero no modificó el contenido de azúcar ni el color de los frutos. El testigo absoluto no sólo tuvo la menor producción sino que el inicio de la producción fue muy tardío por lo que no se obtuvieron datos de calidad de fruto. Los resultados muestran que la papaya responde a la inoculación con micorrizas y que cuando estos hongos se asocian con la bacteria *Azospirillum* el beneficio se traduce en mejor desarrollo y mayor producción con mejor aplicación de fertilizantes químicos.

CONCLUSIONES

La inoculación con micorrizas especialmente con la asociación de *Azospirillum* permite buen desarrollo de las plantas de papaya cuando se establecen en el campo.

La asociación de *R. intraradices* + *A. brasilense* con el 50 % de la fertilización recomendada dio resultados similares al tratamiento con la fertilización química completa.

La inoculación con hongos micorrízicos y *Azospirillum* no modificó la calidad de los frutos de papaya.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por SAGARPA, a través del proyecto Biofertilizantes y Abonos verdes.

BIBLIOGRAFÍA

Abdel-Rahman S. S. A., Abdel-Kader A. A. S., Khalil S. E. 2011. Response of three sweetbasil cultivars to inoculation with *Bacillus subtilis* and arbuscular mycorrhizal fungi under salt stress conditions. Nat. Sci. 9 (6):93–111

Alarcon A. y Ferrera-Cerrato R. 1999. Manejo de la micorriza arbuscular en sistemas de propagación de plantas frutícolas. Terra. 17(3): 179-191.

Alarcón A., Davies F. Jr., Egilla J. N., Fox T. C., Estrada-Luna A. A., Ferrera-Cerrato R. 2002. Short term effects of Glomus claroideum and *Azospirillum brasilense* on growth and root acid phosphatase activity of *Carica papaya* L. under phosphorous stress. Revista Latinoamericana de Microbiología 44: 31-37.

Arévalo-Galarza L, B Bautista-Reyes, C Saucedo-Veloz, T Martínez-Damián (2007) Almacenamiento refrigerado y aplicaciones de 1-Metilciclopropeno (1-MCP) en frutos de chicozapote (Manilkara sapota (L.) P. Royen). Agrociencia 41:469-477.

Azcón-Aguilar C. y Barea J.M., 1997. Applying mycorrhiza biotechnology to horticulture: significance and potentials. Sci. Hortic. 68: 1–24.

Constantino M., Gómez-Álvarez R., Álvarez-Solís J. D., Pat-Fernández J., Espín G. 2011. The effect of biofertilisation and bioregulators on *Carica papaya* L. germination and growth. Rev. Colomb. Biotecnol. 12(2):103-115.

Kloepper J. W., Zablokovicz R. M., Tipping E. M., Lifshitz R. 1991. Plant growth promotion mediated by bacterial rhizosphere colonizers. In:. Keister, D. L and Cregan, P. B. (eds.). The rhizosphere and plant growth (pp. 315-326). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Lovato P. E., Gianinazzi-Pearson V., Trouvelot A., Gianinazzi S. 1996. The state of art of mycorrhizas and micropropagation. Advances in Horticultural Science. 10: 46-52.

Mohandas S. 1992. Effect of VAM inoculation on plant growth, nutrient level and root phosphatase activity in papaya (*Carica papaya* cv. Coorg honey dew). Nutrient Cycling in Agroecosystems. 31: 263-267

Nakasone H. Y. Paull R. E. 1998. Tropical Fruits, first ed. CAB International, Wallingford, UK.

Okon Y., Fallik E., Sarie S., Yahalom E.,Tal S. 1988. Plant growth promoting effects of *Azospirillum*. In Nitrogen Fixation: One Hundred Years After (H. Bothe, F. J de Bruijn and W. E. Newton, Eds), pp. 741-745. Fisher, Stuttgart.

Oztekina G. B., Tuzela Y., Tuzelb I. H. 2013. Does mycorrhiza improve salinity tolerance in grafted plants?. Scientia Horticulturae 149: 55–60.

Quiñones-Aguilar E. E., Hernández-Acosta E., Rincón-Enríquez G., Ferrera-Cerrato R. 2012. Interacción de hongos micorrízicos arbusculares y fertilización fosfatada en papaya. Terra Latinoamericana. 30(2): 165-176.

SAS Institute Inc. 2009. What's New in SAS® 9.2.Cary, NC: SAS Institute Inc.

Sharda Khade W., Rodrigues B. F. 2009. Studies on arbuscular mycorrhisation of papaya. African Crop Science Journal. 17(3): 155 – 165.

Silva L.F., Siqueira J. O. 1991. Crescimento e teores de nutrientes de mudas de abacateiro, mangueira e mamoeiro sob influencia de diferentes espécies de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares. Revista Brasileira de Ciência do Solo 15: 283-288.

Sukhada M. 1989. Response of papaya (*Carica papaya* L.) to VAM fungal inoculation. In: Mycorrhizae for Green Asia (A. Mahadevan, N. Raman and K. Natarajan) Madras, Alamer Printing works. Royapettah, Madras.

Vázquez-Hernández M. V., Arévalo-Galarza L., Jaen-Contreras F., Escamilla-García J.L., Mora-Aguilera A., Hernández-Castro E. 2011. Effect of *Glomus mosseae* and *Entrophospora colombiana* on plant growth, production, and fruit quality of 'Maradol' papaya (*Carica papaya* L.). Scientia Horticulturae. 128(39): 255–260.

Cuadro 2. Variables evaluadas a los 90 y 180 DDT.

Variable	Fertilización 0%	Fertilización 50%	Fertilización 100%	*R. intraradices* + *A. brasilense* comercial	*R. intraradices* Inifap©	*R. intraradices* comercial	DMS	DS
90 DDT								
Altura de planta (cm)	71 b	75 b	**106 a**	**114 a**	97 ab	106 a	30.64	10.49
Diámetro de tallo (cm)	16.2 b	17.3 b	**23.3 a**	**23.6 a**	21.8 ab	22.9 ab	6.9	2.36
180 DDT								
Altura de planta (cm)	134 e	142 de	**180 a**	**183 a**	164 abc	174 ab	51.2	21.86
Diámetro de tallo (cm)	25 e	29 de	**39 a**	**37 ab**	34 bcd	35 abc	6.48	4.64

ANÁLISIS COMPARATIVO DE PRODUCTIVIDAD Y SUSTENTABILIDAD DE DOS VARIEDADES DE PAPA, EN LA SIERRA DE ARTEAGA COAHUILA.

Ildefonso García Aparicio*, Víctor M. Parga Torres, Tomas E. Alvarado Martínez, Enrique Navarro Guerrero.

*Campo Experimental Saltillo, CIRNE-INIFAP, Carretera Saltillo-Zacatecas km 342+119 No. 9515 Col. Hacienda de Buenavista, Saltillo, Coahuila. Tel. (844) 1-34-52-64 México. C.P. 25315.
Garcia_3112@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La papa se cultiva en un amplio rango de ambientes de 55 ^{o}N a 50 ^{o}S, desde el nivel del mar hasta más de los 4,000 metros de altitud y bajo un amplio rango de regímenes de humedad y temperatura (Mendoza, 1997). La producción en los países en desarrollo creció de 29 a 105 millones de toneladas en los últimos 36 años, mientras que en los países desarrollados, ésta disminuyó de 236 a 90 millones de toneladas durante el mismo período. Es decir, que la participación de los países en desarrollo en la producción mundial de papa se incrementó de 11% a 36% (Scott y Maldonado, 1998). En 2007 se sembraron en todo el mundo 19.3 millones de hectáreas, con una cosecha de 321 millones de toneladas (un promedio de casi 17 t ha^{-1}). En México en 2007, se sembraron 64 mil hectáreas, con una producción total de 1.7 millones de toneladas y un rendimiento medio de 27 t ha^{-1}. Del total de la producción comercial, el 66% es para consumo fresco, 21% industrial y sólo el 13% es destinado como semilla (Claridades-Agropecuarias, 2008). Es un cultivo importante económicamente ya que representa el 1% del Producto Interno Bruto Nacional y el 2.6% del agropecuario. En los países en desarrollo, el consumo per cápita de papa aumentó de 10 kg, en un periodo comprendido de 1961 – 1963, a 21.5 kg en 2003. En los países desarrollados el consumo per cápita promedio anual es de 93 kg (Bayer, 2008). Dado que las variedades comerciales utilizadas en la producción de papa, en México tienen un parentesco cercano al provenir principalmente de Holanda y Norteamérica. (Estrada, 2000*)*, lo que 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, lo que ha incrementado significativamente el costo del cultivo, Actualmente, para producir papa en el noreste de México, se requieren de 30 a 50 aplicaciones de insecticidas para el control de los principales vectores de virus y fitoplasmas (Parga *et al.*, 2008). Debido a esto, se ha hecho un uso intensivo de agroquímicos, los cuales representan hasta el 40% del costo del cultivo, según estimaciones del Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA, 2011).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron las variedades Norteña y Fiana bajo condiciones de riego por aspersión La fecha de siembra de estas fue el 15 de Mayo con emergencia 5 de Junio en el ciclo agrícola primavera-verano de 2011. La superficie utilizada para cada variedad fueron parcelas semi comerciales de 0.25 ha, La semilla que se utilizó fueron Tubérculos de 3ra categoría (30-45 mm), a una distancia entre planta de 20 cm y de 0.90 m entre surcos, la siembra se efectuó de forma manual El presente estudio se realizó en un ciclo en el año 2011 con un productor cooperante en el ejido Rancho Nuevo "El Puerto", municipio de Arteaga, Coahuila. El manejo del cultivo fue de acuerdo a las recomendaciones del Campo Experimental Saltillo (Parga *et al.,* 2005). Para calcular el beneficio costo se presentaron los precios de venta en campo y las características de los tamaños de los tubérculos cosechados.

Para el cálculo de la relacion R B/C se utilizó la siguiente fórmula

.

$$R\,B/C = Beneficios \;/\; Costos$$

$$R\,B/C = \$ \;/\; \$ \longrightarrow -0.00$$

Donde:

R: Relación.

B: Beneficio.

C: Costo

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el (cuadro 6.3) se observa que en los rubros de fertilización y prevención del tizón tardío la variedad Norteña es notablemente la de menor costo. En fertilización la variedad Norteña, requirió menor dosis de nitrógeno, fósforo y potasio (120-100-200 respectivamente.) de acuerdo a las recomendaciones del Campo Experimental Saltillo (Parga *et al.*, 2005). La dosis utilizada por los productores en la variedad Fiana es la dosis tradicional en la región productora de papa de Coahuila y Nuevo León (Rubio, 1997). El costo de fertilización en la variedad Fiana supera en más del 80% a la variedad Norteña. Además del costo de fertilización, también afecta negativamente el control de plagas y enfermedades e incrementa su costo debido a la ineficiencia en las aplicaciones de pesticidas y al hacer más susceptible a las condiciones de estrés al generar plantas muy vigorosas (Parga, 2009). Aunado a lo anterior, el daño que causa el exceso de fertilización por infiltración a las aguas subterráneas y de consumo para la población rural. Se ha diagnosticado la presencia de nitritos superior a lo permitido para el consumo humano (Covarrubias, 1990). En la prevención y control de tizón tardío para la

variedad Fiana se realizaron 12 aplicaciones de preventivos y en tres se combinaron fungicidas sistémicos. El costo en la prevención y control del tizón tardío y temprano en la variedad Fiana fue de $12,657.00.

En la variedad Norteña se realizaron solo tres aplicaciones de fungicida preventivo por ser una variedad resistente al patógeno y el objeto de estas aplicaciones fue para mantener por más tiempo la resistencia (Bayer, 2008). El costo de prevención de la enfermedad en esta variedad fue de $1,392.00.

Tomando en cuenta la metodología para determinar la relación beneficio costo, se procedió a la determinación de este indicador, utilizando la información de ingresos y costos obtenidos y erogados en cada una de las variedades de papa utilizadas en la investigación, llegándose a los valores siguientes:

Cuadro 6.3. Comparación de costos ($) de cultivo de papa comercial en las variedades Norteña y Fiana.

CONCEPTO	**VARIEDAD NORTEÑA $**	**VARIEDAD FIANA $**
PREPARACIÓN DEL TERRENO	3,000	3,000.00
SIEMBRA	37,175.00	37,175.00
FUMIGACIÓN AL SUELO	13,450.00	13,450.00
FERTILIZACIÓN AL SUELO	**9,671.02**	**18,256.08**
CONTROL DE TIZON TARDIO	**1,392.00**	**12,657.00**
CONTROL DE PLAGAS FOLIARES	5,563.00	5,563.00
CONTROL DE MALEZAS	408.00	408.00
RIEGOS	5,250.00	5,250.00
CULTIVOS	400.00	400.00
COSECHA	17,528.00	17,528.00
DIVERSOS	26,250.00	26,250.00
COSTO ($/HA)	120,087.02	139,937.08

La R B/C para la variedad Norteña fue de $0.80 centavos y para la variedad Fiana de $0.22, lo cual indica que el beneficio mayor se obtiene al utilizar la variedad Norteña, bajo las condiciones climáticas e integración de costos e ingresos ya mencionados., es decir por cada peso invertido se recupera el costo y se obtiene un margen de beneficio de $0.80 a diferencia de la variedad Fiana que es únicamente de $0.22 (cuadro 6.6).

Cuadro 6.6. Relación beneficio costo.

Variedad	**Norteña**	**Fiana**
Ingresos totales	$ 216,250.00	$ 170,974.45
Costos totales	$ 120,087.02	$ 139,937.08
Beneficio	$ 96,162.98	$ 31,037.37
R B/C	$ 0.80	$ 0.22

CONCLUSIONES

Considerando los objetivos de esta investigación los resultados obtenidos en el presente trabajo para la R B/C, y la comparación entre las dos variedades permiten concluir que, la variedad Norteña es la mejor opción por su rendimiento y resistencia a las condiciones adversas traducidos en productividad y sustentabilidad, lo cual se refleja también en el margen de beneficio obtenido en relación a la variedad Fiana que presenta un margen de utilidad estrechos y de baja rentabilidad.

En comparación de la variedad Norteña con las variedades introducidas se observa que el Tizón Tardío es el principal problema, así como el granizo en las variedades introducidas en relación a la variedad Norteña que es resistente al patógeno y condiciones adversas.

Tomando en cuenta los resultados mencionados. Se recomienda a los productores utilizar la variedad Norteña, con el objeto de producir papa sana y saludable para la sociedad con menor uso de agroquímicos, mayor productividad y sustentabilidad.

BIBLIOGRAFÍA

Bayer, 2008. Manual del tizón tardío (*Phytophthora infestans*). Información Técnica. Bayer de México, S. A. de C. V. pág. 45.

Claridades-Agropecuarias, 2008.Folleto Técnico, Gestión de las plagas y enfermedades de la papa. ASERCA. México, D. F. pp 2-3.

Covarrubias-Ramírez,j .M.j.,I. Garza C. y R. Rodríguez H. 1990 Niveles de nitratos con base a fertilización nitrogenada en suelos de temporal. *In:* Memorias del XXIII Congreso Nacional SMCS. Torreón, Coah. p 285.

Estrada, N R 2000. La biodiversidad en el mejoramiento genético de la papa. CIP-PROINCA-COSUDECID. La Paz, Bolivia. p 372.

Fidecomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA 2011). Memoria de cálculo de la estimación de costos de producción de una hectárea de papa comercial bajo condiciones de riego por bombeo para Coahuila – Nuevo León.

Mendoza, H. and P. R. Rowe. 1977. Strategy for potato population breeding for adaptation to the lowland tropics. Am Potato J. Summary. pp 54.

Parga T., V.M; García G., S. J; Villavicencio G. E. E; Sánchez S., J. A; Contreras de la R., F. J; Arellano G., M. A; Covarrubias R., J. M; Rubio C., O. A. y Fernández E. J. 2005. Tecnología para

producir papa en Coahuila y Nuevo León. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Folleto Técnico Núm. 5 Coahuila, México. p164.

Parga T. V. M; Zamora, V. V M., Covarrubias, R. J. M., Borrego, E. F; López, B. A. y Almeyda, L. I. H. 2008. Programa de mejoramiento genético por resistencia múltiple al síndrome de la punta morada de la papa (*Solanum tuberosum L*.). Memoria del XII Congreso Nacional de Papa. Los Mochis, Sinaloa, México. 78 p.

Parga T., V. M. 2009. Evaluación, selección y caracterización de genotipos de papa (*Solanum tuberosum L*), tolerantes al síndrome de la punta morada, Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista. Saltillo Coahuila. México. pp. 60-71 - 72.

Rubio Covarrubias O.A., Espinoza Russi M. y Telésforo Quintana T. 1997. Manejo del suelo y de la nutrición de la planta en el cultivo de la papa. Informe de investigación. Campo Experimental Valle de Toluca. INIFAP. 47 p.

Scott, G y L. Maldonado. 1998. Congreso Nacional de Productores de Papa. Toluca, México. Seminario "tizón tardío: manejo integrado y uso de pronosticadores" 20 y 21 de Noviembre. Proyecto FIA PIC-C- 2003-1-A-017. Servicios agrícolas y ganaderos región de los lagos.

AGRUPAMIENTO DE GERMOPLASMA DE PAPA POR TOLERANCIA AL SÍNDROME DE LA PUNTA MORADA.

Víctor M. Parga Torres,* Víctor M. Zamora Villa, Juan M. Covarrubias Ramírez, Isidro H. Almeyda León, Humberto A. López Delgado y Román Flores López.

*Campo Experimental Saltillo, CIRNE-INIFAP, Carretera Saltillo-Zacatecas km 342+119 No. 9515 Col. Hacienda de Buenavista, Saltillo, Coahuila. Tel. (844) 1-34-52-64 México. C.P. 25315.
parga.victor@inifap.gob.mx
Proyecto Financiado por: FOMIX (CONACYT-GOBIERNO DE COAHUILA).

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). El principal programa de mejoramiento genético en México, tiene como objetivo la generación de germoplasma por resistencia al tizón tardío de la papa, programa en el que México es líder a nivel mundial. Sin embargo, debido al incremento del problema de punta morada actualmente se están realizando evaluaciones para determinar y detectar fuentes de resistencia contra el síndrome de la punta morada. Por lo anterior, el objetivo del trabajo fue; identificar y agrupar genotipos tolerantes al síndrome de la punta morada (SPM), con características agronómicas y de calidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se estableció en tres localidades (ambientes) productoras de papa en los estados de Coahuila (El Puerto y Lirios del municipio de Arteaga) y Nuevo León (El Tokio del municipio de Galeana), en el ciclo primavera-verano 2012. Se evaluaron 16 genotipos, entre ellos, 11 del Programa Nacional de Papa del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP); y cinco variedades comerciales introducidas, de Holanda y una de Estados Unidos de Norteamérica, variedades ampliamente utilizadas en las regiones productoras de papa en el país. Para evaluar la susceptibilidad de los genotipos al tizón tardío en la localidad del Puerto del municipio de Arteaga, Coah., se estableció una parcela de tres m sin aplicación de fungicidas para la prevención y control del patógeno. La evaluación se hizo semanalmente en porciento al aparecer los primeros síntomas y hasta muerte de la planta. En la localidad de los Lirios del mismo municipio, solo se realizaron aplicaciones semanales de insecticidas para el control de vectores (El programa regional de aplicaciones por los productores es de tres veces por semana); En esta localidad, se etiquetaron y contabilizaron las plantas con síntomas de punta morada. Adicionalmente, se colectó una muestra aleatoria a la cosecha de cinco tubérculos por genotipo y se analizaron en el laboratorio de biotecnología del Campo Experimental Rio Bravo del CIRNE detectándose fitoplasmas y Liberibacter. En el Tokio del municipio de Galeana, N. L., se pudo realizar la evaluación de daño por marchitez prematura, causada por *Fusarium,* spp y *Colletotrichum atramentarium* (Berk *et* Br) Taub. En esta misma localidad se evalúo el daño en tubérculos por el nematodo *Meloidogyne* spp. La presencia de estas enfermedades fue severa en el lote comercial en donde se estableció la parcela de evaluación. La identificación de estos organismos dañinos, se realizo en el laboratorio de fitopatología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. La evaluación de las enfermedades por localidad fue considerando días a inicio de síntomas, días a muerte e intervalo entre ellos.en la localidad de los Lirios del municipio de Arteaga, Coah., y se realizaron aplicaciones semanales de insecticidas para el control de vectores (El programa regional de aplicaciones por los productores es de tres veces por semana); La parcela experimental constó de un surco de 5.0 m de largo, espaciados a 0.92 m, con una distancia entre plantas de 0.20 m; la parcela útil la integró el mismo surco de 3.0 m, eliminando un metro en cada extremo para estimar el rendimiento total, comercial (suma de la primera, segunda y tercera categoría) y por categorías en t ha^{-1}. Adicionalmente se midieron las siguientes variables: días de siembra a emergencia, altura de planta en cm (cinco plantas /parcela), número de tallos por planta (cinco plantas /parcela), cobertura (cinco plantas /parcela), días de emergencia a floración (>50% de la población), desvare (días de emergencia a desvare de la planta), susceptibilidad a

enfermedades y plagas (Días de emergencia a; Inicio de síntomas, muerte de la planta e intervalo de inicio a muerte de la planta) y como parámetros de calidad industrial se consideraron el contenido de sólidos (%) y el color de la hojuela (fritura). Estos parámetros de calidad fueron realizados tomando una muestra de las tres repeticiones y siguiendo los siguientes procedimientos. Se etiquetaron y contabilizaron las plantas con síntomas de punta morada. Adicionalmente, se colectó una muestra aleatoria a la cosecha de cinco tubérculos por genotipo y se analizaron en el laboratorio de biotecnología del Campo Experimental Rio Bravo del CIRNE detectándose fitoplasmas y liberibacter. Los datos agronómicos, calidad industrial y presencia de fitoplasmas y liberibacter evaluados se utilizaron para establecer la relación entre las variables. Con el objeto de de reducir la dimensionalidad de los datos se utilizó la técnica de análisis de componentes principales (ACP) y un análisis de conglomerados (AC) utilizando el programa de Statistica ver. 6.0 (2005) con el fin de establecer las relaciones entre las variables (Manly, 1986; Jhonson y Wichern, 1988), para la selección por tolerancia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de conglomerados resultó ser una herramienta útil ya que agrupó a aquellos genotipos similares en base a las características evaluadas (Cuadro 1); mostrando cinco grupos de interés (Figura 1). El grupo I está integrado por los genotipos 02-95, 91-29-10, T97-1-165, 98-14-21 y el cultivar Alpha. Estos genotipos tienen en común la madurez semitardía y la relación estrecha de los clones 02-95 y 91-29-10 con Alpha es porque este cultivar participa como progenitor en ambos genotipos. El grupo II, está conformado por los clones 5-10 y NAU-6. La diferencia entre los grupos I y II está dada por las características agronómicas al presentar el grupo II plantas compactas ya que los genotipos que los conforman son 5-10, 02-95, NAU-6, Alpha y 91-29-10 (Rubio y Cadena, 2011; Parga, 2009) presentan menor susceptibilidad al manchado de tubérculo. El grupo III es conformado solo por el clon 96-01-01.

Cuadro 1. Valores promedio por grupo de características agronómicas, daño por enfermedades y de calidad de 16 genotipos (p-v 2012).

Características	Grupos de genotipos				
	I (5)	II (2)	III (1)	IV (5)	V (3)
Comercial (t / ha^{-1})	23.47	23.17	29.71	21.74	19.36
Total (t / ha^{-1})	31.48	30.17	40.19	31.44	26.39
Días después de emergencias	22.46	20.33	24.66	20.93	19.44
Días a floración	33.93	33.50	28.66	34.93	19.22
Altura de tallo (cm)	62.13	35.52	69.58	61.62	48.81
N° de tallos	4.98	3.38	4.75	4.15	3.80
Cobertura (cm)	60.20	47.77	83.31	68.24	43.78
Días a desvare	100.71	91.00	113.66	112.91	83.85
Inicio de síntomas (días)	60.10	45.83	72.50	70.40	51.22
Muerte de la planta (días)	94.20	81.75	115.00	111.11	81.96
Intervalos (días)	34.10	36.00	42.50	40.71	30.74
Manchado interno de tubérculo (%)	12.60	13.30	6.60	1.46	2.77
Contenido de solidos (%)	19.76	18.10	19.43	19.38	17.70
Hojuela indeseable (%)	18.00	14.16	8.33	16.33	27.77

Considerando que altura, número de tallos y madurez de la planta son reportados componentes del rendimiento (Borrego *et al.,* 1999), posiblemente por estas características obtuvo la mayor producción comercial y total. Aunado, a lo anterior, este clon presento tolerancia a las enfermedades presentes en las tres localidades. Dentro del grupo IV están los genotipos 91-25-4, Fiana, 94-02-01, 98-18-24 y la variedad Norteña. Este grupo, al igual que el grupo III está integrado por genotipos con resistencia o mayor tolerancia al tizón tardío, así como más tardíos en el inicio de síntomas de las enfermedades presentes en las localidades de evaluación y a excepción del clon 91-25-4 son más tardíos a madurez fisiológica. En el grupo V, se localizan las variedades Agata, Atlantic y Gigant, cuya característica principal es que son de ciclo temprano y más susceptibles a las enfermedades. Las variedades Atlantic y Agata presentaron el mayor número de tubérculos manchados en las localidades de Lirios y Tokio, siendo las más susceptibles a las enfermedades presentes para cada localidad y presentando en general menores valores para las características agronómica, mayor porcentaje de hojuelas indeseables (27.78%) y bajo contenido de sólidos (17,7 %), coincidiendo con lo reportado por Parga (2009) para la variedad Atlantic.

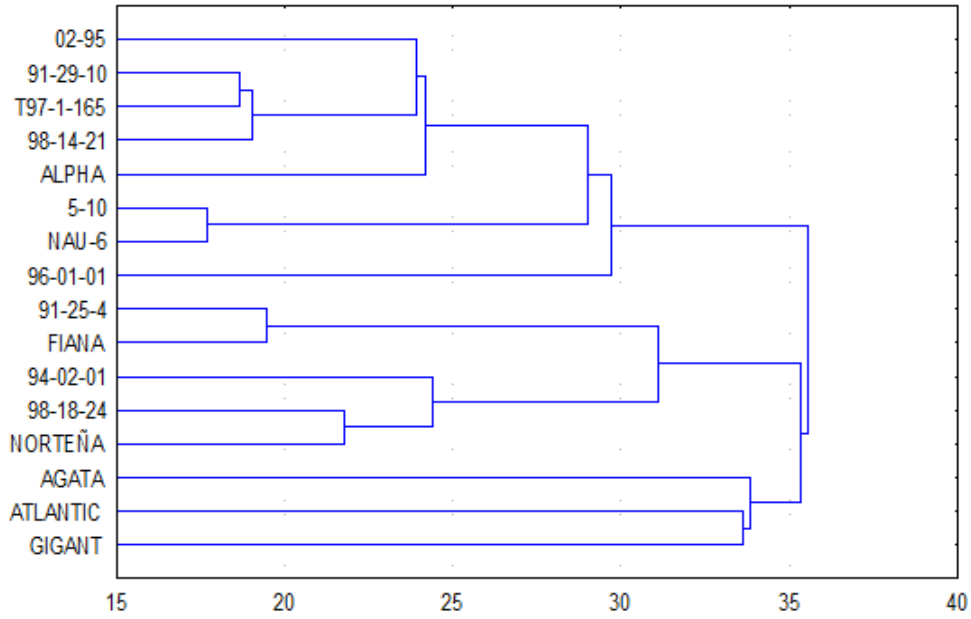


Figura 1. Agrupamiento de genotipos en base a características agronómicas y estabilidad de producción.

CONCLUSIONES

Los resultados sugieren que el uso de variedades introducidas sigue siendo un grave problema en la producción de papa en el Noreste de México, tanto por las pérdidas que ocasionan en producción como en calidad, debido a la susceptibilidad a los principales problemas bióticos y abióticos, que favorecen al síndrome de la punta morada.

Dentro de los grupos generados, el grupo cinco conformado por las variedades introducidas de ciclo temprano: Agata, Atlantic y Gigant fueron las más susceptibles a las enfermedades presentes en la región.

El clon 96-01-01 ubicado en el grupo tres como único integrante, es el que presenta tolerancia a las enfermedades evaluadas, mejores características agronómicas y calidad, puede utilizarse en la generación de germoplasma por tolerancia al síndrome de la punta morada.

BIBLIOGRAFÍA

Borrego, E. F., Fernández, B.J M., López B. A., Parga, T. V. M., Murillo, S. M. y Carvajal, A. A. 1999. Correlación y componentes principales de variación en variedades de papa (Solanum tuberosum L.). Agronomía Mesoamericana. Vol 10:1-7.

Estrada, R. N. 1999. La biodiversidad en el mejoramiento genético de la papa. Ed. Centro de Información para el desarrollo. Centro Internacional de la Papa. Libro Técnico. La Paz Bolivia. 372p.

Jhonson R. A. and Wichern, D. W. 1988. Applied multivariate statistical analysis. 2nd ed. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice-Hall;1988

Manly, B. F. J. 1986. Multivariate statistical methods: A primer. Ed. Chapman and Hall. London. 160p.

Parga, T. V. M. 2009. Evaluación, selección y caracterización de genotipos de papa (*Solanum tuberosum* L.) tolerantes al síndrome de la punta morada. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista Saltillo, Coahuila. México. 115p.

Rubio – Covarrubias, O. A. y Cadena – Hinojosa, M. A. 2011. Validación de clones y variedades tolerantes al pardeamiento interno del tubérculo provocado por el complejo de la punta morada de la papa en el Estado de México. Informe de investigación. Sitio Experimental Metepec INIFAP.

Statistica. 2005. Statistica (data analysis software system). Version 6.0. Statsoft Inc. www.statsoft.com

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.

POTENCIAL FORRAJERO Y CALIDAD NUTRICIONAL DE 14 MATERIALES DE MAÍZ EN LA REGIÓN DE LOS ALTOS DE JALISCO

Jorge H. Villarreal[1]*, Luis E. Arias[1], Primitivo Díaz[2], Ricardo A. Sánchez[3]

[1]Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco-INIFAP, [2]Centro de Investigación Regional Pacífico Centro-INIFAP, [3]Campo Experimental Zacatecas-INIFAP.
*Jorge H. Villarreal villarreal.jorge@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En el estado de Jalisco los sistemas de producción más importantes son leche y maíz, dentro de la entidad, la región conocida como "Los Altos de Jalisco" se considera sobresaliente pues es donde se establece el mayor número de hectáreas de maíz para forraje y producción de leche. La principal fuente de alimentación del ganado lechero en la región de Los Altos, se basa en pradera nativa y maíz forrajero, el maíz como fuente de forraje para la alimentación de bovinos ocupa el primer lugar. El forraje de maíz se proporciona al ganado al momento de la ordeña o en el pesebre, en cantidades diarias de 7.9 a 8.3 kg de forraje materia seca (MS) por vaca (como rastrojo de maíz con grano o en forma de ensilado de maíz). En los Altos de Jalisco (DDR 02 de la SAGARPA) en el año 2012 se cosecharon 227,594 ha., de maíz, con un rendimiento medio de 2.79 t h^{-1} (SIAP, 2012) de ellas el 46% o sea 103,935 ha., se sembraron para la obtención de forraje como alimento de bovinos. En el 20 % de esta superficie se utilizan semillas mejoradas y en el resto se siembran semillas criollas ó generaciones avanzadas de híbridos comerciales. En los últimos años, el uso de híbridos y variedades de maíz mejorado ha tenido una tendencia a incrementarse, contribuyendo al incremento de la productividad en la región; no obstante que esta región es considerada de mediana productividad para maíz. Con base a lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar bajo condiciones de temporal un grupo de 14 materiales de maíz, para identificar aquellos sobresalientes en la producción de forraje, grano y calidad nutricional en la región de Los Altos de Jalisco.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se establecieron en predios de productores cooperantes en los municipios de Arandas, Jalostotitlán y Teocaltiche, la ubicación de las parcelas en donde se establecieron los ensayos son las siguientes: Rancho El Saltillo, municipio de Arandas, Jal, Latitud: N 20°41'56.7'' Longitud: W 102°25'42.8''; Localidad El Mayoral, municipio de Jalostotitlán, Jal, Latitud: N 21°12'21.0'' Longitud: W 102°26'56.3''; Localidad Villa de Ornelas, municipio de Teocaltiche, Jal, Latitud: N 21°24'36.6'' Longitud: W 102°29'39.8''. La siembra se realizó en el mes de Junio

del 2012, el día 26 en Arandas, 28 en Teocaltiche y 29 en Jalostotitlán en condiciones de temporal bajo un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones. Se evaluaron 14 materiales de maíz (H-318, A.DENTADO 3, A. DENTADO 2, PRECOZ BAJÍO, H-155, CAFIME, VS-201, NB-1, OCELOTE, TIGRE AMARILLO, P30A60, AV-71PLUS, AMARILLO MORO y CHARRO, la densidad de siembra fue de 75,000 plantas ha^{-1} mientras que la fertilización fue de 169-69-00 (N-P-K), se aplicó todo el fósforo y 30% N al momento de la siembra y el resto del N a los 40 días después de la siembra. Fueron un total de 126 unidades experimentales, cada unidad experimental constó de 6 surcos de 5 m. de largo y 0.8 m. de ancho siendo un total de $24m^2$ por parcela. Se consideró los 4 surcos centrales como parcela útil. La cosecha del forraje se realizó en la etapa fenológica de ⅓ de la línea de leche en el grano. Las variables agronómicas registradas en el ciclo del cultivo fueron: días a floración masculina y femenina, altura final de planta y mazorca, acame de tallo y raíz, días a la cosecha, rendimiento de materia seca, materia verde y rendimiento de grano. A los materiales que resultaron sobresalientes por su rendimiento de materia seca, se les realizó análisis bromatológico para determinar la calidad del forraje: fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), lignina (LIG), proteína cruda (PC), digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DivMS) y de la FDN (DivFDN) carbohidratos no fibrosos (CNF), almidón (ALM), se estimó la energía neta de lactación (ENL) y la producción de leche por tonelada de materia seca y en t ha^{-1}. Durante el ciclo del cultivo se llevó el registro diario de la precipitación con base a un pluviómetro que se instaló en cada lugar del experimento. Los datos de las variables estudiadas fueron analizados por ANDEVA en el programa computacional SAS (1989) y se realizó separación de medias con Tukey P=0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se muestra la precipitación por decíl de Julio a Noviembre 2012 donde se puede observar la distribución de la precipitación registrada durante el ciclo del cultivo; el total de precipitación fue de 616 mm en Arandas, 490 mm en Jalostotitlán y 503 mm para Teocaltiche, se observa que la mayor concentración ocurrió en los meses de Julio y Agosto y prácticamente en los meses de Octubre y Noviembre la lluvia fue mínima.

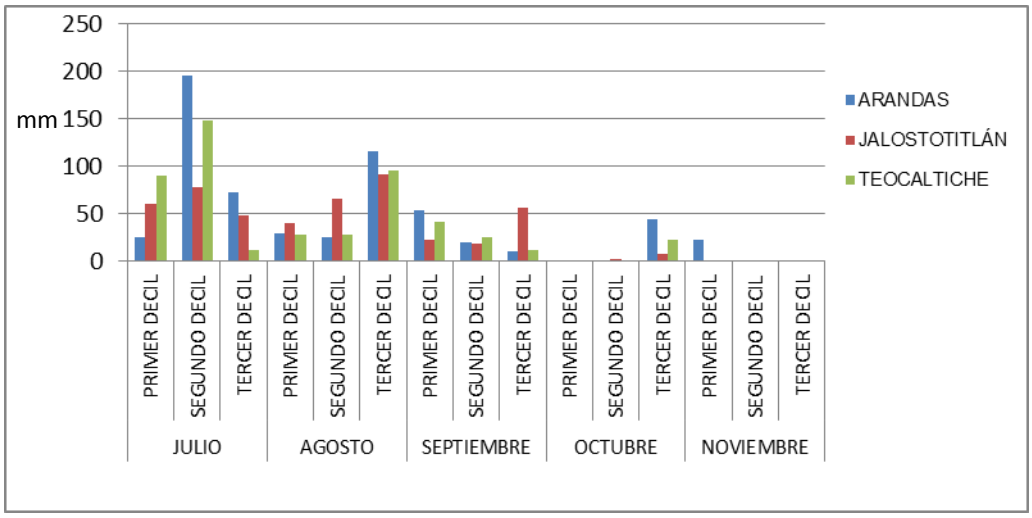


Figura 1. Precipitación en decíles en las localidades de estudio: Arandas, Jalostotitlán y Teocaltiche Jal. 2012.

En el cuadro 1 se presentan las características agronómicas de los materiales evaluados en un análisis conjunto de las tres localidades en estudio. La floración masculina ocurrió entre los 45 y 75 días con promedio de 63 d, la femenina entre los 47 y 78 días con promedio de 65 d; los días a la cosecha fueron entre 81 y 107 d. Con base en los datos de días a floración y días a cosecha se puede afirmar que dentro del experimento existieron materiales precoces e intermedios; Hernández *et al*., 2004 encontraron valores de 72-78 d para floración masculina y de 73-79 d en floración femenina en materiales evaluados en valles altos de México. Por su parte la altura de planta varió entre los 2.08 y 3.02 m. mientras que la altura de mazorca entre 0.85 y 1.63 m. Para acame de raíz los valores fueron hasta de 5.4% con promedio de 0.86% y para acame de tallo los porcentajes estuvieron entre 0 y 56.3% con promedio de 13.01%. En rendimiento de materia verde se observó una variación de 26.3 a 47.4 t ha^{-1} con promedio de 40.1 t ha^{-1} y en el rendimiento de materia seca la media general fue de 11.30 t ha^{-1} y varió entre 6.9 y 12.7 t ha^{-1} de materia seca. Los materiales sobresalientes tuvieron rendimientos de materia seca mayores a 10.6 t ha^{-1}; Algunas investigaciones no indican diferencias entre híbridos precoces y tardíos (Cummins *et al*., 1973), pero en otras se indicó que híbridos de maíz con menos días a cosecha (más precoces) tuvieron menos RMS que híbridos más tardíos (Howell *et al.*, 1998). En el presente trabajo los resultados son conclusivos en mostrar que materiales con menor altura y menos días a cosecha tienen menor rendimiento de materia seca por hectárea. En rendimiento de grano, este varió de 2.29 a 4.47 t ha^{-1}, con promedio de 3.17 t ha^{-1}, un poco por encima de la media en la región de los Altos de Jalisco para temporal, 2.79 t ha^{-1} (SIAP 2012).

Cuadro 1. Análisis conjunto de variables evaluadas para producción de forraje y grano de diferentes materiales de maíz en tres localidades: Arandas, Jalostotitlán y Teocaltiche, Jal. PV 2012.

GENEALOGIA	RMS tha^{-1}	RMV tha^{-1}	FM d	FF d	DCOS d	APLA cm	AMAZ cm	AR %	AT %	RG tha^{-1}
AV-71 PLUS	12.7a	41.6a	71a	75ab	105ab	294a	153ab	0.2b	3.1c	2.92
P30A60	12.7a	43.8a	67abc	66abc	107a	302a	151abc	0.0b	0.0c	3.24
H-155	12.4a	40.8ab	73a	74ab	103abc	283ab	163a	0.0b	3.9c	2.69
OCELOTE	12.4a	38.7ab	62abc	62bcd	97c	297a	143abcd	0.2b	1.4c	3.68
TIGRE AMARILLO	12.1a	37.4ab	69ab	69abc	101abc	267ab	127bcd	0.0b	0.4c	3.88
A. DENTADO 3	12.0a	47.4a	61abc	64abc	90d	274ab	136abcd	0.9b	8.1c	3.68
CHARRO	12.0a	42.9a	75a	78a	106ab	287ab	154ab	0.2b	2.4c	2.26
NB-1	11.9a	39.7ab	71a	73ab	105ab	267ab	128bcd	0.2b	0.4c	3.04
AMARILLO MORO	11.8a	40.1ab	67abc	70abc	100bc	274ab	121cd	0.0b	0.6c	3.27
H-318	11.7a	40.5ab	63abc	66abc	104abc	254abc	126bcd	0.0b	1.1c	2.36
A. DENTADO 2	10.6ab	41.7a	53cd	55cd	85de	250abc	118d	1.0b	17.0bc	4.47
VS-201	10.4ab	43.0a	54bcd	57cd	85de	254abc	120cd	2.2ab	46.4a	3.54
CAFIME	8.9ab	37.1ab	54bcd	57cd	83e	236bc	114de	2.0ab	41.2ab	3.11
PRECOZ BAJIO	6.9b	26.3b	45d	47d	81e	208c	85e	5.4a	56.3a	2.29
PROMEDIO	11.3	40.1	63	65	97	268	131	0.86	13.01	3.17
DMS	3.92	14.75	15.60	15.91	6.97	54.99	31.17	3.43	26.18	ns
CV	21.47	22.76	15.28	15.10	4.47	12.70	14.67	246.16	124.41	48.09

RMS=rendimiento de materia seca en tha^{-1}, RMV=rendimiento de materia verde en tha^{-1}, FM= floración masculina en días, FF= floración femenina en días, DCOS= días a cosecha para forraje 1/3 línea de leche, APLA= altura de planta en cm., AMAZ= altura de mazorca en cm., AR= acame de raíz en %, AT= acame de tallo en %y RG= rendimiento de grano en t ha^{-1} ajustado al 12%de humedad.

En el Cuadro 2 se muestra un análisis conjunto del perfil nutricional y estimación de producción de leche en materiales de maíz sobresalientes para las tres localidades en estudio, en PC se detectaron valores desde 9.0 a 10.3% y la media de todos los materiales fue de 9.6% este valor se encuentra por encima de lo que reporta el NRC 2001 y Núñez *et al* 2003 para un ensilado normal 8.8 y 8.6% PC respectivamente. En concentración de FDN, se observaron variaciones de 54.4 a 60.8% ($p<0.05$) y para FDA de 33.8 a 38.5% ($p<0.05$). En ambas características los materiales sobresalientes estadísticamente por su bajo contenido fueron P30A60, TIGRE AMARILLO, A. DENTADO 2, y AMARILLO MORO. Los materiales sobresalientes estadísticamente, tuvieron valores de FDN inferiores a 58.5% y de FDA menores a 36.7%; sin embargo estos valores están muy por encima de los valores reportados en el NRC 2001 donde se tienen valores de 45 y 28.1 % para FDN y FDA, respectivamente, en un ensilaje normal. El contenido de LIG vario entre 4.3 y 4.9%. La DivMS varió de 71.5 a 79.3%, los materiales sobresalientes estadísticamente con valor superior a 74.5% ($p<0.05$) fueron A.DENTADO 3, AV-71PLUS, H-155, H-318, A.DENTADO 2 y AMARILLO MORO. Peña *et al* 2002 encontraron

valores menores a 72.4% para DivMS, mientras que Núñez *et al* 2003 reportaron valores promedio de 66.3% para la misma variable. Para la DivFDN los valores obtenidos estuvieron entre 51.7 y 62.0%, con un promedio de 56.52% encontrándose A. DENTADO 2 como material sobresaliente con valor superior a 61.9%; estos valores coinciden con los encontrados por Núñez *et al* 2010 con valores promedio de 55.06% de DivFDN. Para el contenido de ALM, este varió entre 7.9 y 16.5%, observándose un grupo de cuatro materiales sobresalientes ($p<0.05$) con valores superiores a 11.6%. En CNF, sobresalió ($p<0.05$) por su mayor contenido el material A. DENTADO 2 con valor superior a 31.0%. Para la ENL, la concentración osciló entre 1.05 y 1.16 Mcal kg^{-1} con un promedio de 1.09 Mcal kg^{-1}; estos valores están muy por debajo de lo reportado por Núñez *et al* 2010 y NRC 2001 los cuales tienen valores de 1.52 y 1.45 Mcal kg^{-1} respectivamente. Con respecto a la producción de leche por tonelada de materia seca, esta osciló entre 1.09 y 1.32, con un promedio de 1.17 t t^{-1} MS; para esta variable, se encontró un grupo sobresaliente formado por 5 materiales con producciones estimadas superiores a 1.07 t t^{-1} MS; A.DENTADO 3, H-318 y A.DENTADO 2 fueron los materiales de ese grupo que se encontraron sobresalientes en DivMS y DivFDN. Para producción de leche por hectárea, los valores estuvieron entre 13.01 y 14.61 t ha^{-1} con un promedio de 13.96 t ha^{-1}, estos valores se encuentran por encima de los reportados por Peña *et al* 2002 para poblaciones de maíz evaluados en Torreón y Aguascalientes bajo condiciones de riego.

Cuadro 2. Análisis conjunto del perfil nutricional y estimación de producción de leche en materiales de maíz sobresalientes en las tres localidades en estudio: Arandas, Jalostotitlán y Teocaltiche, Jal. PV 2012.

GENEALOGIA	FDN %	FDA %	LIG %	PC %	DivMS %	DivFDN %	CNF %	ALM %	ENL Mcalkg^{-1}	LECHE t t^{-1} MS	LECHE tha^{-1}
A. DENTADO 3	58.9ab	36.2ab	4.3	9.6	75.2ab	57.7ab	26.9abc	11.1bc	1.11abc	1.23ab	14.61
AV-71 PLUS	58.9ab	37.3a	4.6	9.0	74.6ab	56.8ab	26.2abc	10.2bc	1.07bc	1.12b	14.24
P30A60	57.8abc	36.7ab	4.8	9.8	73.5b	54.7ab	26.0abc	10.9bc	1.10abc	1.14b	14.24
TIGRE AMARILLO	58.5abc	36.0ab	4.8	9.6	72.7b	53.1ab	26.7abc	13.5ab	1.14ab	1.19ab	14.21
H-155	59.2ab	38.2a	4.5	9.3	74.5ab	57.1ab	25.1bc	8.7c	1.07bc	1.13b	14.13
H-318	60.8a	38.2a	4.5	10.3	76.5ab	61.2ab	22.6c	8.3c	1.07bc	1.22ab	14.02
A. DENTADO 2	54.4c	33.8b	4.8	9.4	79.3a	62.0a	31.1a	16.5a	1.16a	1.32a	13.96
OCELOTE	58.9ab	36.3ab	4.9	9.2	71.5b	51.7b	26.2abc	11.6abc	1.11abc	1.12b	13.96
NB-1	59.2ab	36.3ab	4.6	9.8	73.1b	54.3ab	25.5bc	11.6abc	1.11abc	1.18ab	13.88
CHARRO AMARILLO	60.5a	38.5a	4.7	9.4	73.6b	56.2ab	23.7bc	7.9c	1.05c	1.12b	13.27
MORO	56.3bc	35.7ab	4.5	9.6	75.5ab	56.5ab	28.3ab	10.2bc	1.09abc	1.09b	13.01
PROMEDIO	58.51	36.67	4.68	9.58	74.59	56.52	26.26	11.01	1.09	1.17	13.96
DMS	4.03	3.11	ns	ns	5.62	9.46	5.46	5.15	0.08	0.16	ns
CV	4.41	5.45	16.47	9.85	4.83	10.73	13.35	30.00	4.74	8.98	20.65

FDN=fibra detergente neutro %, FDA=fibra detergente ácido %, LIG= lignina % de MS, PC= proteína cruda %, DivMS=digestibilidad *in vitro* de la materia seca %, DivFDN= digestibilidad *in vitro* de la FDN %, CNF= carbohidratos no fibrosos %, ALM= almidón %, ENL=energía neta de lactación Mcal kg^{-1}, LECHE t t^{-1}MS= toneladas de leche por tonelada de materia seca producido, LECHE t ha^{-1}= producción de leche en toneladas ha^{-1}.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de este estudio y con base en el análisis en conjunto realizado se concluye que para la región de Los Altos de Jalisco los materiales AV-71PLUS, P30A60, H-155, OCELOTE, TIGRE AMARILLO, A.DENTADO 3, CHARRO, NB-1, AMARILLO MORO, H-318, A.DENTADO 2, VS-201 y CAFIME presentaron los mayores rendimientos de materia seca con producciones superiores a las 8.8 t ha^{-1}; para este grupo los días a cosecha oscilaron entre 83 para CAFIME y 107 para P30A60. Para la digestibilidad *in vitro* de la materia seca los

materiales sobresalientes fueron A. DENTADO 3, AV-71PLUS, H-155, H-318, A.DENTADO2 y AMARILLO MORO de los cuales solamente AMARILLO MORO no se encuentra en el grupo superior en producción de materia seca por hectárea.

Para producción de leche por hectárea, aunque no hubo diferencia estadística se encontraron 6 materiales con más de 14 t ha^{-1} los cuales fueron: A. DENTADO 3, AV-71 PLUS, P30A60, TIGRE AMARILLO, H-155 y H-318.

BIBLIOGRAFÍA

Cummins D.G., J.W. Dobson Jr. 1973. Corn for silage as influenced by hybrid maturity, row spacing, plant population, and climate. Agronomy Journal 65: 240-243.

Hernández C.J.M., G. Esquivel Esquivel. 2004. Rendimiento de grano y características agronómicas en germoplasma de maíz de valles altos de México. Revista Fitotecnia Mexicana; 27: 27-31.

Howell T.A., J.A. Tolk, A.D. Schneider, S.R. Evett. 1998. Evapotranspiration, yield, and water use efficiency of corn hybrids differing in maturity. Agronomy Journal 90: 3-9.

National Research Council (NRC). 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cows. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.

Núñez H.G., E.F. Contreras, R.F. Contreras. 2003. Características agronómicas y químicas importantes en híbridos de maíz para forraje con alto valor energético. Técnicas Pecuarias México; 41 (1):37-48.

Núñez H.G., J.A. Payan, A. Peña, F. González, O. Ruíz, C. Arzola. 2010. Caracterización agronómica y nutricional del forraje de variedades de especies anuales en la región norte de México.

Peña R.A., G. Núñez, F. González, 2002. Potencial forrajero de poblaciones de maíz y relación entre atributos agronómicos con la calidad. Técnicas Pecuarias México; 40 (3):215-228.

SAS, 1989. SAS/SAT User's Guide. Release 6.03 Ed. Statistical Analysis System. Cary, NC. USA.

SIAP-SAGARPA. 2012.Estadísticas de producción de forraje.http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351. Fecha de consulta: 20 de julio de 2012.

REGIONALIZACIÓN DEL CULTIVO DE GOMA GUAR (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) EN MÉXICO

Ramírez Jaramillo G[1], **Cano González A**[2]

[1y2]INIFAP. CIRSE. Centro de Cooperación para el Desarrollo de los Trópicos (CECODET). Calle 6 No. 398 X 13, Av. Correa Rachó, Col. Díaz Ordaz C.P. 97130 Mérida, Yuc., Tel. (999) 1 96 11 83 Ext. 601 Mérida, Yucatán. ramirez.genovevo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Entre las gomas naturales comercializadas en el mundo, el guar es la goma más comúnmente utilizada debido a que es el agente espesante de mejor relación costo / propiedades. La goma es producida a partir de un proceso de molienda a partir de su grano, una leguminosa originaria de la India. Las aplicaciones de la goma guar incluyen su uso como espesante en industrias alimentarias, en los barros de perforación petrolera, minería e industria textil.

En la industria alimentaria, se utiliza principalmente en zumos (jugos), helados, salsas, comida para mascotas, panificación. La harina obtenida del grano de *Cyamopsis tetragonoloba* L, se usa como agente espesante y dicha característica en la industria del petróleo tiene gran importancia, ya que lo utilizan como sellador o a menudo para controlar el flujo de agua y como un coloide protector en lodos de perforación de pozos petroleros. También se usa en la fractura de ácidos para aumentar el flujo de petróleo. El mercado mundial de la goma guar está prácticamente monopolizado por India y Pakistán, aunque en los últimos años USA ha probado con éxito el cultivo y la industrialización de la misma. Los países Latinoamericanos, incluido México, importan la totalidad de la goma que consumen. Los estados que actualmente siembran esta leguminosa son Coahuila, Sonora, Baja California y se considera que posteriormente Tamaulipas. Estadísticas sobre su producción en México son limitadas por ser un cultivo de reciente introducción.

El incremento en la demanda en el mercado internacional, el mejoramiento de los precios medio rurales y la poc disponibilidad de materia prima, plantea la necesidad de aumentar la superficie del cultivo por parte de las autoridades gubernamentales, industriales, empresarios particulares y del sector social. Ante la relevancia que adquiere el cultivo de la goma guar, se consideró necesario caracterizar el medio físico y los factores naturales del país, para localizar las áreas

más adecuadas para su producción bajo condiciones de temporal con el fin de dar bases para la toma de decisiones hacia donde orientar el fomento de su cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Desde que se efectúa la siembra, las plantas están sometidas a las variaciones asincrónicas de los elementos componentes del clima y es el clima el principal factor determinante de la probabilidad de éxito de un cultivo. En base a lo anterior se determinaron las áreas potenciales considerando las áreas abiertas al cultivo.

Determinación de los Requerimientos Agroecológicos. Partiendo de la información revisada (INIFAP, 1993; Ramírez, 1995; Ramírez, 2006), se consideraron los siguientes criterios para determinar las áreas potenciales para el cultivo de goma guar bajo condiciones de temporal, por lo que se consideró condición óptima en donde interaccionan todas las variables favorables para su desarrollo, subóptimas donde interaccionan características climáticas y edafológicas apropiadas con algunas limitativas y finalmente las no aptas para que se establezcan plantaciones en forma mecanizada (Cuadro 1).

Cuadro 1. Requerimientos Agroecológicos de *Cyamopsis tetragonoloba* L., de Temporal

Variable	Unidad	Rango Optimo	Rango Subóptimo	Rango No Apto
Climas	Tipos	Bs, Aw, Cf, Cs y Cw		
Temperatura Media Anual	°C	25-30	11 – 25 30 - 40	< de 11 > de 40
Altitud	msnm	0-600	600 - 1000	Mayor de 1000
Precipitación Media Anual	mm	600 a 1200	de 400 a 600 de 1200 a 1500	< de 400 > de 1500
Suelo	Tipo	Fluvisoles Luvisoles Nitosoles Regosol eútrico	Cambisoles	Acrisoles Planosoles Gleysoles Histosoles Vertisoles Solonchaks Regosol calcarico Leptosoles Kastañozems Andosoles
Textura del suelo	Tipo	Ligera y Media	Media	Pesada y Muy ligera
Profundidad del suelo	m	Mayor de 1	1 a 0.20	<de 0.20
pH del suelo	Nivel	7.0 a 8.5	5.5 a 7.0 8.5 a 9.0	< de 5.5 > de 9.0
Drenaje del suelo	Tipo	Bueno	Bueno	Deficiente

Determinación de las Zonas Potenciales. Para procesar y analizar la información se optó por utilizar el software Arc Gis versión 9.3., programa desarrollado por la empresa estadounidense ESRI. Con él se pueden representar datos georreferenciados, analizar las características y patrones de distribución de esos datos y generar informes con los resultados de dichos análisis.

Toda la actividad en Arc Gis tiene lugar dentro del proyecto, una colección de documentos asociados con los que se trabaja durante la sesión de Arc Gis. Los proyectos pueden contener cinco tipos de documentos: vistas, tablas, gráficos, layouts (o salidas impresas) y scripts.

La ventana de Proyecto muestra los nombres de todos los documentos contenidos en el mismo. Un proyecto organiza y almacena el estado de todos estos documentos. El proyecto gestiona cómo y dónde se despliegan los documentos, mantienen activas las selecciones de documentos y define la apariencia de la ventana de aplicación.

En Arc Gis se generan principalmente mapas vectoriales, que se van generando a través de intersecciones cartográficas entre polígonos, y las clases de potencialidad son descritas y mantenidas en cada proceso de intersección, de esta manera el mapa final contempla la información de todas las variables que se interceptaron, estos mapas son más representativos que los modelos raster, ya que son más exactos al generar estimaciones de superficie, por ser procesos cartográficos que utilizan mapas poligonales.

Se identificaron los requerimientos del cultivo, y se seleccionaron aquellas características adecuadas al desarrollo de goma guar por cada variable que se analiza en el estudio, y posteriormente se procedió a realizar las Intersecciones cartográficas para regionalizar y ubicar las zonas de alto (interacción de las condiciones óptimas) y mediano potencial para su cultivo (alguna condición limitante).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Superficies Potenciales para Goma Guar. El estudio plantea la necesidad de determinar si en la República Mexicana existen áreas que presenten las condiciones óptimas para producir goma guar y donde se localizan. De acuerdo a los resultados se determinó que en las áreas abiertas al cultivo bajo condiciones de temporal existen más de 900 mil hectáreas con potencial alto y más de 224 mil de potencial mediano.

Áreas Potenciales para el Cultivo de Goma Guar de Temporal. Las zonas de potencial alto en México se distribuyen principalmente en los estados del pacífico como son: Sinaloa Nayarit, Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Chiapas; no obstante existen algunas áreas importantes en la región Centro como son el Estado de México, Morelos, y en la región del Golfo de México en los estados de Veracruz y Tamaulipas, así como en la Península de Yucatán (Figura 1). Las superficies de potencial alto y mediano para el cultivo de goma guar bajo condiciones de temporal por estado, se presentan en la Figura 2.

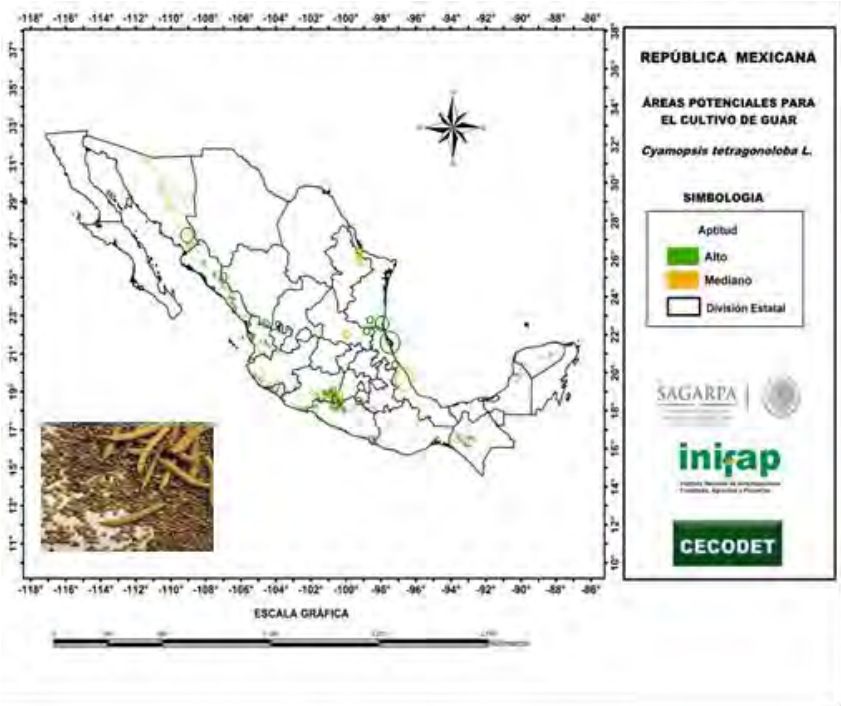
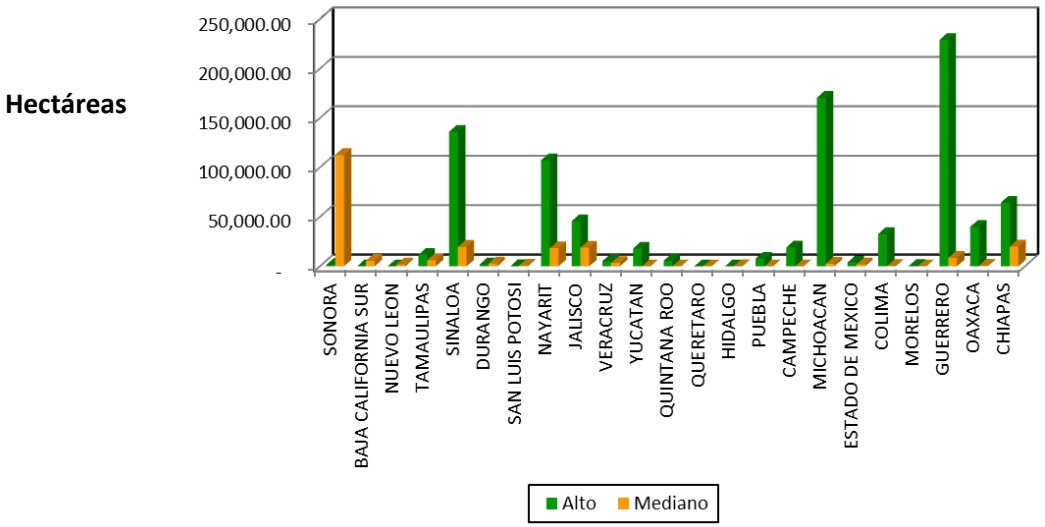


Figura 1. Distribución de las Zonas Potenciales para el Cultivo de Goma Guar en México

Cuadro 3. Superficies por estado con potencial alto y mediano para el cultivo de Goma Guar de Temporal en la Republica Mexicana



CONCLUSIONES

1. Existen condiciones agroecológicas óptimas para producir goma guar de temporal en México.

2. Mediante la metodología utilizada se identificaron 19 estados de la República Mexicana que cuentan con las condiciones óptimas para su producción.

3. Así también se identificaron 19 estados de la Republica que cuentan con la condición subóptima para su cultivo de temporal.

4. Las variables que condicionan el potencial alto son: altitud, temperatura, precipitación y tipo de suelo.

BIBLIOGRAFÍA

FAO, 1993. Ecocrop, Requerimientos ecológicos de las especies vegetales, base de datos. Roma, Italia.

Ramírez J, G. 1995. Áreas con Potencial para el Cultivo de Palma Aceitera en Campeche. INIFAP – Campo Experimental Edzná.

Ramírez J, G. *et al*. 2006. Estudio Estratégico de la Cadena Agroindustrial Chile Habanero. CD interactivo. INIFAP - ENPRODAY. Campo Experimental Mocochá. Mocochá, Yucatán.

Ruiz, C. J. A. *et al*. 1999. Requerimientos Agroecológicos de Cultivos. Libro Técnico No. 3. Centro de Investigación Regional Pacífico Centro. INIFAP. SAGAR. Guadalajara, Jalisco. México.

SELECCIÓN DE ESPECIES UTILIZADAS EN PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES EN EL ESTADO DE TABASCO

Ramírez Jaramillo G[1], **Jiménez Colchado J. M**[2], **Maya Martínez A**[3], **Hernández García G**[4], **De La Rosa Vásquez A**[5].

[1]INIFAP. CIRSE. Centro de Cooperación para el Desarrollo de los Trópicos (CECODET). Calle 6 No. 398 X 13, Av. Correa Rachó, Col. Díaz Ordaz C.P. 97130 Mérida, Yuc., Tel. (999) 1 96 11 83 Ext. 601 Mérida, Yucatán. ramirez.genovevo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En México existen aproximadamente 22 millones de hectáreas aptas para desarrollar plantaciones forestales comerciales, de las cuales se han definido 13.9 millones de hectáreas como prioritarias con calidad de suelos y climas favorables para obtener un crecimiento rápido, mano de obra disponible y un mercado interno que demanda más materias primas forestales cada día (CONAFOR, 2012).

De acuerdo al comportamiento histórico del apoyo y cumplimiento del Programa de Plantaciones en México (PRODEPLAN), desde 1997 se asignaron recursos por 6,430 millones para 10,543 proyectos y para el establecimiento de 822 mil hectáreas y a junio de 2012 solo se habían establecido y verificado 224.3 mil (27 % del total) hectáreas (47 % del total) y 4,994 proyectos con una inversión de 951 millones (CONAFOR, 2012).

En México los géneros *Cedrela, Swietenia, Eucalyptus, Tectona y Gmelina* cubren la mayor superficie de las plantaciones forestales comerciales.

La selección de especies es fundamental para establecer una plantación forestal comercial en un área determinada. Cada especie forestal tiene sus propios requerimientos para su desarrollo, por lo que las principales condiciones agroecológicas que deben considerarse son tipo de suelo, clima, factores de riesgo ecológico y eventos extremos (precipitaciones excesivas, inundaciones, sequías, ciclones), entre otros. Para que todo esto sea posible, es indispensable realizar un estudio previo de las condiciones naturales en las que se desarrollará la plantación, además de la planeación y distribución del área, a fin de asegurar el éxito y productividad de las mismas, bajo una adecuada selección de especies.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para procesar y analizar la información se optó por utilizar el software Arc Gis versión 9.3., programa desarrollado por la empresa estadounidense ESRI. Con él se pueden representar datos georreferenciados, analizar las características y patrones de distribución de esos datos y generar informes con los resultados de dichos análisis.

Toda la actividad en Arc Gis tiene lugar dentro del proyecto, una colección de documentos asociados con los que se trabaja durante la sesión de Arc Gis. Los proyectos pueden contener cinco tipos de documentos: vistas, tablas, gráficos, layouts (o salidas impresas) y scripts.

La ventana de Proyecto muestra los nombres de todos los documentos contenidos en el mismo. Un proyecto organiza y almacena el estado de todos estos documentos. El proyecto gestiona cómo y dónde se despliegan los documentos, mantienen activas las selecciones de documentos y define la apariencia de la ventana de aplicación.

La información del proyecto se almacena en un fichero en formato ASCII y siempre tiene extensión *.apr. En Arc Gis se generan principalmente mapas vectoriales, que se van generando a través de intersecciones cartográficas entre polígonos, y las clases de potencialidad son descritas y mantenidas en cada proceso de intersección, de esta manera el mapa final contempla la información de todas las variables que se interceptaron, estos mapas son más representativos que los modelos raster, ya que son más exactos al generar estimaciones de superficie, por ser procesos cartográficos que utilizan mapas poligonales.

Se identificaron los requerimientos de las principales especies establecidas en las PFC, y se seleccionaron aquellas características adecuadas al desarrollo de las especies vegetales estudiadas por cada variable que se analiza en el estudio, y posteriormente se procedió a realizar las Intersecciones cartográficas para regionalizar y ubicar las zonas de alto y mediano potencial de Cedro, Melina, Teca y Caoba.

Respecto a los criterios de regionalización se clasificaron las Zonas Potenciales en Alto, Mediano y No Aptas. Las de Alto Potencial son aquellas en donde interaccionan todas las variables agroclimáticas en su condición óptima para que el cultivo se desarrolle en condiciones competitivas; las de Mediano Potencial son aquellas en donde alguna de las variables agroclimáticas presenta alguna condición subóptima para que el cultivo se desarrolle en

condiciones competitivas y las Zonas No Aptas se consideraron aquellas áreas donde una o varias de las variables agroclimáticas presentaba una condición limitante para su desarrollo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las zonas de **Alto Potencial** se identifican en los mapas en color **verde** y las de **Mediano Potencial** en color **naranja**, las **No Aptas** sin color. .

Superficie Actual y superficies potenciales de las especies seleccionadas de las PFC. El estudio plantea la necesidad de determinar si en el estado de Tabasco existen áreas que presenten las condiciones óptimas para establecer PFC de las especies seleccionadas (Cedro, Melina, Teca y Caoba). De acuerdo a los resultados se determinó que en las áreas abiertas al cultivo bajo condiciones de temporal para el caso de Cedro existen 49,979 hectáreas de Alto Potencial y 71,240 has de Mediano Potencial; para Melina 191,532 has de Alto Potencial y 542,573 has de Mediano Potencial; para Teca 89,356 has de Alto Potencial y 3,266 has de Mediano Potencial y para Caoba 73,643 has de Alto Potencial y 620,086 has de Mediano Potencial (Figura 1).

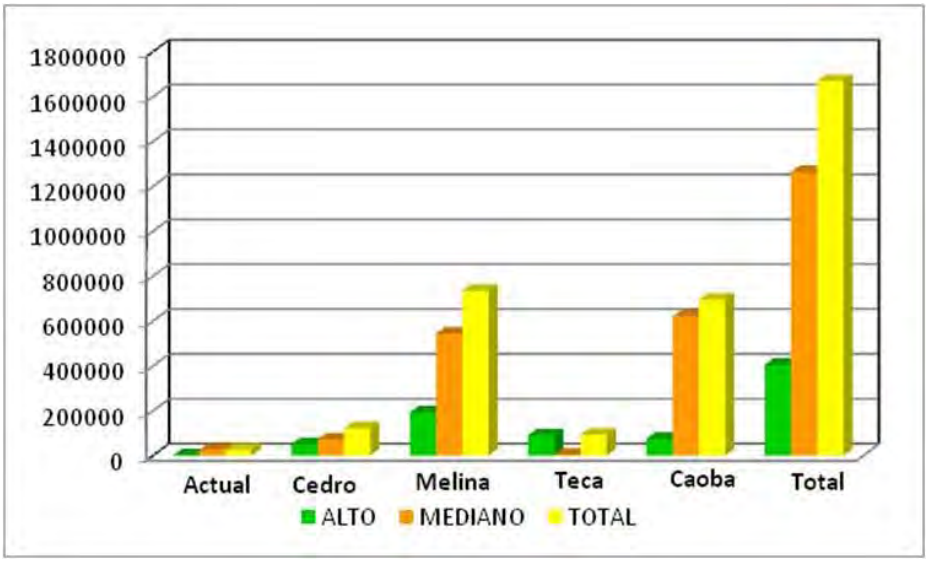


Figura 14. Superficie de Alto y Mediano Potencial de las Especies Forestales Seleccionadas en el Estado de Tabasco.

En el estado de Tabasco se determinaron áreas de Alto y Mediano Potencial para las PFC de las cuatro especies forestales mas utilizadas Cedro, Melina, Teca y Caoba (Eje. Figura 2, Mapa de *Gmelina arborea*).

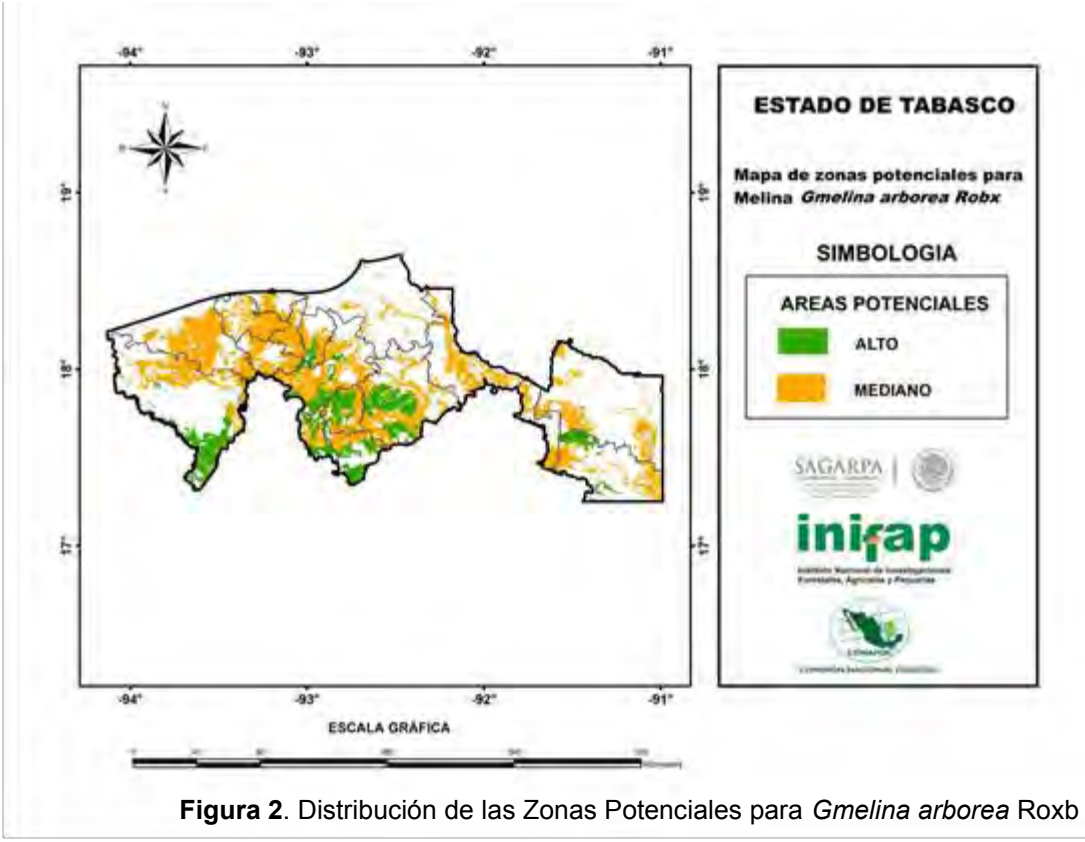


Figura 2. Distribución de las Zonas Potenciales para *Gmelina arborea* Roxb

Es importante indicar que para todas las especies forestales evaluadas en este estado no tienen como limitante la precipitación media anual y su distribución, ya que practicamente solo se tienen 2 meses secos durante todo el año, lo que no impide su desarrollo. Melina y Caoba tienen la ventaja de tolerar inundaciones a diferencia de Teca y Cedro que requieren de suelos con buen drenaje. Para Caoba y Melina se consideraron los suelos Vertisoles y Gleysoles que presentan la limitante de drenaje deficiente para Cedro y Teca.

CONCLUSIONES

1. El estado de Tabasco es una de las entidades del país que presenta condiciones agroclimáticas para el desarrollo óptimo de las plantaciones forestales, lo que influye en su producción y productividad.

2. La principal limitante para el desarrollo de las especies es la asociación de suelos con problemas de drenaje y precipitaciones de más de 2000 mm durante el año que se presenta en el estado de Tabasco.

3. Las especies forestales estudiadas su mejor desarrollo se manifiesta en suelos profundos, lo que implica competir con áreas agropecuarias para su reconversión productiva.

4. El estado presenta condiciones de altitud y temperaturas óptimas en prácticamente todo el estado para las especies estudiadas.

5. Para Cedro y Teca los suelos con problemas de drenaje como los Vertisoles y Gleysoles son una limitante para su desarrollo.

6. Las zonas de alto y mediano potencial de todas las especies estudiadas superan a la superficie actual que se tiene de plantaciones forestales comerciales.

7. Las plantaciones forestales comerciales en el estado de Tabasco se deben de orientar a las áreas con alto potencial donde se presentan las mejores condiciones de clima y suelo para su desarrollo.

8. Los municipios de Balancán, Tenosique, Emiliano Zapata, Huimanguillo Mascuspana, Tacotalpa y Teapa son los municipios con mejores condiciones para las plantaciones forestales comerciales.

BIBLIOGRAFÍA

CONAFOR. 2012. Programa de Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales, A 15 Años de su Creación. Aurelio M. Fierros González, Compilador y Editor Técnico. Colegio de Postgraduados. Comisión Nacional Forestal. Zapopan, Jalisco, México. 190 p.

FAO, 1993. Ecocrop, Requerimientos ecológicos de las especies vegetales, base de datos. Roma, Italia.

Ramírez J, G. 1995. Áreas con Potencial para el Cultivo de Palma Aceitera en Campeche. INIFAP – Campo Experimental Edzná.

Ruiz, C. J. A. *et al*. 1999. Requerimientos Agroecológicos de Cultivos. Libro Técnico No. 3. Centro de Investigación Regional Pacífico Centro. INIFAP. SAGAR. Guadalajara, Jalisco. México.

VALORACIÓN DE LA INMUNIDAD PASIVA Y DEL CALOSTRO DE OVINOS TROPICALES DE PELO

Murguia OML* y Rojas RO

Campo Experimental Mocochá - Centro de Investigación Regional del Sureste, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. murguia.maria@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La mortalidad de los corderos es uno de los principales problemas en los rebaños ovinos, representando una merma productiva importante, disminuyendo la rentabilidad y la sustentabilidad de la actividad. La mortalidad se concentra, principalmente en las dos primeras semanas de vida, siendo sus principales causas las asociadas al parto o al manejo del recién nacido. Distintos autores, mencionan que en esas dos semanas se producen entre el 60 y el 80% de las bajas totales de corderos. Una deficiente ingestión de calostro en las primeras horas de vida, provoca que el animal se muestre apático y con poca vitalidad. Una forma de reducir esta cifra y aumentar la supervivencia es conseguir que los corderos se encalostren correctamente, es decir, que tomen una cantidad adecuada de calostro de buena calidad y en el momento oportuno. Debido a que los ovinos presentan una placenta sindesmocorial que puede evolucionar a epiteliocorial, formando una barrera entre la circulación maternal y fetal, que no permite el paso de anticuerpos, es por esa razón que la adquisición de la inmunidad pasiva (inmunoglobulinas) depende por entero de la ingestión de calostro. El calostro contiene componentes inmunológicos específicos (inmunoglobulinas) e inespecíficos (factores antimicrobianos) así como vitaminas A, D y células fagocíticas, factores del complemento, opsoninas y productos resultados de la memoria inmune de la madre, además de calcio, fósforo, magnesio, sodio, citrato (Fernández y col. 1994). Ramos y col. (2006), encontraron que cuando se retrasa la ingesta de calostro a las 12 hrs de vida, aun ingiriendo la misma cantidad, los corderos, no alcanzan el mismo nivel de inmunidad debido a la reducción en la absorción, disminuyendo este nivel de protección en un 50%. Por lo que el objetivo del trabajo fue evaluar la inmunidad pasiva natural en corderos a las 24 hrs de nacidos y la calidad del calostro de las ovejas de razas tropicales de pelo.

MATERIAL Y METODOS

Metodología: Se realizó en hembras paridas y corderos nacidos en marzo-abril del 2013, en el Módulo de Investigación Ovina del Campo Experimental Mocochá, Yucatán. Para la valoración

de la inmunidad pasiva, se muestrearon 88 corderos de dos razas F1 Kathadin x Pelibuey (KP) y Blackbelly (BB) A los cuales se les extrajo sangre por punción yugular para la obtención de suero a las 24 hrs de nacidos y al destete (± 60 días). Las madres fueron separadas del rebaño y llevadas a corraletas individuales por 2-3 días para mejorar el reconocimiento materno-cordero. Se tomaron los datos de sexo, tipo de parto, raza, peso al nacer, peso al destete y los fallecimientos ocurridos durante la lactancia. La valoración del nivel de inmunidad pasiva se realizó mediante la medición de la concentración total de proteína utilizando un refractómetro óptico manual mod. RHC 200ATC. La variable de respuesta fue la proteína sérica (g/dl) y los efectos fijos fueron: sexo, raza, tipo de parto y peso al nacer categorizado en 4 niveles. Para la valoración de la calidad del calostro, se utilizaron 50 borregas paridas, de las razas Pelibuey (24 PB) y Blackbelly (26 BB). Se registraron las variables de edad, condición corporal, peso al parto, raza, tipo de parto y se valoró su hematocrito mediante microhematocrito. Las muestra de calostro, sangre por punción yugular para suero y microhematocrito, se tomaron al momento del parto. Los métodos utilizados para valorar la calidad del calostro y el nivel de proteína sérica en las ovejas paridas, fue mediante refractometría, utilizando un refractómetro Abbe para el calostro y un refractómetro clínico óptico para el suero. Los valores obtenidos en Grados Brix (°Bx) e índice de refracción (ND) del calostro, mediante el refractómetro Abbe, se utilizaron para estimar la concentración de inmunoglobulinas. Primeramente los °Bx se convirtieron a Gravedad especifica (GE) utilizando una tabla de equivalencias (Avibert, 2010), posteriormente se utilizó la ecuación de regresión (Fleenor y Stott, 1980), para estimar la concentración de inmunoglobulinas, en calostro. Para estimar la concentración de inmunoglobulinas a partir del ND se utilizó la ecuación de regresión reportada por Morril y col, 2012. La variable de respuesta fue: nivel de inmunoglobulinas en calostro (mg/ml) y los efectos fijos fueron: raza, condición corporal (CC), tipo de parto (TP), edad y peso al parto (PP). Para los análisis estadísticos, se utilizó el programa SAS (ver. 9.0) en base a un modelo lineal para efectos fijos. Para establecer diferencias entre las medias se utilizó la prueba de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontró en promedio un nivel de proteínas totales en suero de corderos, a las 24 hrs de nacidos de 5.7 g/dl, que concuerda con lo reportado por Ramos y col. (2006) que consideraron un buen calostrado cuando el cordero cuenta con un mínimo de proteínas totales en suero por encima de 5.5 g/dl, siempre que tomemos la muestra de suero entre las 24 y 48 horas después del nacimiento. Meléndez y col (2005) en un estudio en cabritos, considero la transferencia inmunitaria alta, al encontrar valores en suero de 8.358 ± 1.11 mg/100ml ó 83.58 mg/ml,

comparando sus resultados, con los encontrados por Waterman (1998), así como por Quigley (1999), en becerros con un mínimo de 10 mg/ml o 1 000 mg/dl de IgG, equivalentes a 5.0 g/dl de proteína total en suero. Una cantidad menor a esta indicaría una falla en la transferencia pasiva. Fernández y col (1994) indican una adecuada protección contra enfermedades infecciosas que puedan comprometer la vida del neonato, dependerá de la presencia de más de 400-800 mg/dl de la IgG transferida pasivamente. Valores entre 200-400 mg/dl indican falla parcial en la transferencia pasiva y menores a 200 mg/dl son indicativos de falla total en la transferencia pasiva de la inmunidad materno-filial. Por lo que los datos encontrados en el presente trabajo, nos indican una buena transferencia pasiva de la inmunidad, de las borregas a los corderos por medio del calostro. En lo que respecta a las variables de estudio, no se encontraron diferencias significativas en ninguna de ellas con respecto al nivel de proteínas séricas, a las 24 hrs de nacidos, lo que concuerda con lo reportado por Flodr y col 2012, en un estudio en alpacas, que no encontró diferencias significativas en las concentraciones de IgG séricas de las crías por efecto de la procedencia de los animales, sexo, peso de la cría o número de parto de la madre. Los valores encontrados en estas variables fueron para **sexo** en machos de 5.8 g/dl y para hembras de 5.7 g/dl. Por **raza** las crías KP tuvieron 5.7 g/dl y las BB 5.8 g/dl. Por **tipo de parto** fue para simple de 6.0 g/dl; parto doble de 5.8 g/dl y parto triple 5.3 g/dl. A pesar de que no se encontraron diferencias ($P>0.05$), la disminución numérica del nivel sérico que se observa, conforme aumenta el numero de crías por parto, concuerda con lo mencionado por Ramos y col (2006), que nos indica que la concentración de inmunoglobulinas en el calostro está directamente correlacionada con el tipo de parto y guarda correlación inversa con la cantidad de calostro producido. Siempre que las madres mantengan una condición corporal aceptable, la producción de calostro es mayor en los partos múltiples que en los simples. La relación calostro total/nº de neonatos es menor, es decir cuantos más nacen, menos les toca, aunque la madre prepare más. Por **peso al nacer** se agruparon en 4 categorías siendo para las de 1.2 a 2.0 kg de 5.9 g/dl, de 2.1 – 3.0 kg de 5.7 g/dl, de 3.1 – 4.0 kg de 5.2 g/dl y de 4.1 – 5.5 kg de 5.0 g/dl, esta es otra de las variables que aunque no fueron significativas ($P>0.05$), concuerdan con lo expuesto por Ramos y col, (2006) que encontraron que los corderos de peso bajo, provenientes generalmente de partos múltiples, tienen una menor madurez inmunitaria y mayor dificultad para tomar la cantidad de calostro adecuada. Asimismo, los corderos demasiado grandes (>5 kilos según la raza) suelen tener un nacimiento dificultoso y también muestran menor vitalidad y por lo consiguiente maman menor cantidad de calostro. Por los datos obtenidos en el presente trabajo el mejor peso al nacimiento seria entre

2.1 – 3.0 kg, que tendría un buen calostrado, aunado a que se ha demostrado en diversos trabajos que corderos con peso al nacimiento entre 2 y 3 kg tienen un 98% de sobrevivencia.

El peso promedio al destete de los corderos fue de 12 kg, que esta dentro de la media nacional y la mortalidad global fue de 9% (8 fallecidos), siendo para KP de 3.4 % y BB 5.6% respectivamente, con un nivel sérico de proteínas del 5.4g/dl, lo que representa una reducción de ± 5.3% con relación al nivel tomado a las 24 hrs de nacido, pero que todavía es protectivo.

En cuanto a la valoración del nivel de inmunoglobulinas en calostro al momento del parto, se encontró un promedio de inmunoglobulinas (mg/ml) por °Bx de 24.40; por GE de 144.94 y por ND de 85.31. En base a los estudios consultados (Bielmann y col, 2010; Ramos y col, 2006; Meléndez y col, 2005; Morril y col, 2012; Heinrichs y Jones 2011), nos indican que un calostro con niveles de 22 °Brix; índice de refracción (ND) por encima de 50 mg/ml (1.3596 ND) y por Gravedad Especifica (GE) con un rango de 1.047 – 1.076, equivalente a 52.36 -126.62 mg/ml o más, por lo que los niveles encontrados en los calostros de las ovejas en estudio, se considera de buena a excelente calidad.

No se encontraron diferencias significativas en ninguna de las variables de estudio, así tenemos que para **raza** se encontró que para PB en °Bx fue de 26.13, por GE de 151.16 y por ND de 94.30. Para BB en °Bx fue de 22.86, por GE de 139.26 y por ND de 77.35. **Condición corporal** se encontró que para CC 1.5 fue en °Bx de 27.03, por GE de 158.94 y por ND de 99.75; CC 2.0 en °Bx de 25.24, por GE de 150.87 y por ND de 89.61; CC 2.5 en °Bx de 22.17, por GE de 132.19 y por ND de 73.35; CC 3.0 en °Bx de 21.06, por GE de 128.93 y por ND de 67.89 y CC 3.5 en °Bx de 30.20, por GE de 165.80 y por ND de 115. Por **tipo de parto** se encontró para simple por°Bx de 22.20, por GE de 136.28 y por ND de 73.88; doble por °Bx de 25.30, por GE de 148.11 y por ND de 89.91 y para triple en °Bx de 25.14, por GE de 150.24 y por ND de 89.71. Por **edad,** se establecieron dos categorías, siendo para borregas entre 4-8 años en °Bx de 23.87, por GE de 141.61 y por ND de 82.32; para borregas entre 8.1 – 11 años en °Bx de 25.70, por GE de 153.29 y por ND de 92.79. Esto último concuerda con lo expuesto por Ramos y col (2006), que nos indican que la producción de calostro es óptima, tanto en calidad como en cantidad, en ovejas de 2 a 6 años, obteniéndose la mayor tasa de supervivencia de corderos con ovejas de 3-5 años. En general, la calidad y cantidad de calostro producido suele ser inferior en las primíparas. En ovejas y cabras viejas, la producción de calostro también es menor, aunque se debe de tener en cuenta que son las hembras del rebaño que han estado expuestas a mayor número de agentes infecciosos y, por tanto, su calostro tiene una concentración de inmunoglobulinas frente a una variedad más amplia de enfermedades que el procedente de hembras jóvenes. Filteau y col. 2003, encontraron que el calostro producido por

vacas maduras es más rico en anticuerpos y provee inmunidad frente a las enfermedades a las que la vaca ha sido expuesta o vacunada durante su vida.

Por **peso** al parto se establecieron dos categorías, teniendo que para 29-37 kg en °Bx de 24.95, por GE de 148.07 y por ND de 88.30 para la de 37.1 – 45 kg en °Bx de 23.98, por GE de 142.60 y por ND de 83.07.

El nivel de proteínas totales en suero sanguíneo de las madres fue en promedio de 4.7 g/dl, con un hematocrito de 27.92 %, que concuerda con lo encontrado por García-Barute y col, 2008 en ovejas al final de la gestación, con 27 %, considerando los valores normales de 25-50 %, por lo que las ovejas no sufrían de anemia.

CONCLUSIONES

A pesar de no encontrar diferencias significativas en las variables estudiadas, se puede concluir que en este estudio los corderos de pelo tropicales, recibieron un buen nivel de protección por un calostrado eficiente, manteniendo casi el mismo nivel de proteínas totales séricas hasta el destete, lo que se vio reflejado en una tasa de sobrevivencia del 91%, no importando ningún factor asociado. Los niveles de inmunoglobulinas encontrados en los calostros de las ovejas en este estudio, se clasificarían en un nivel de buena a excelente calidad, proporcionando la inmunidad pasiva necesaria a los corderos para su protección inmunitaria durante los dos primeros meses de vida.

BIBLIOGRAFIA

Avibert, 2010. Gravedad especifica, ºBeaume, ºBx y ºAlcohol. Tabla de Equivalencias. avibert.blogspot.com/2010/12/gravedad.html

Bielmann V, Gillan J, Perkins NR, Skidmore AL, Godden S, Leslie KE. 2010. An evaluation of Brix refractometry instruments for measurement of colostrum quality in dairy cattle. J Dairy Sci. Aug; 93 (8) : 3713-3721.

Filteau. V., E. Bouchard, G. Fecteau, L. Dutil, D. Dutremblay. 2003. Health status and risk factors associated with failure of passive transfer of immunity in newborn beef calves in Quebec. : Can Vet J. 44(11):907-913

Fernández AS, Padola NL, Estein SM. 1994. Ciencia Veterinaria, Córdoba, Nº 22. www.produccion-animal.com.ar

Fleenor WA y Stott GH. 1980. Hydrometer test for estimation of immunoglobulin concentration in bovine colostrum. J. Dairy Sci. 63:973-977.

Flodr H; Wheeler JC; Krüger DP; Olazábal LJ; Rosadio AR. 2012.Pruebas de campo para evaluar calidad calostral en la alpaca. Rev. investig. vet. Perú, Lima, v. 23, n. 3, agosto 2012. Disponible en http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172012000300007&lng=es&nrm=iso>.

García-Baratute A, Ayala YJ R, Sotto Z,* Sotto Agüero GV, San Martín C. 2008. Comportamiento de algunos indicadores hematoquímicos en ovejas durante el ciclo reproductivo. 1- hemoglobina y hematócrito.http://www.bibliociencias.cu/gsdl/collect/revistas/archives/HASHe907/4af763e2.dir/doc.pdf

Heinrichs J y Jones C. 2011. Colostrum Management Tools: Hydrometers and Refractometers. College of Agricultural Sciences. Penn State. http://extension.psu.edu/animals/dairy/health/nutrition/calves/colostrum/das-11-174

Meléndez VJ, Hernández SJR, Ortega SJL. 2005. Perfil inmunológico y nutritivo del calostro y leche de cabra en la Comarca Lagunera. Revista Chapingo, Serie Zonas Áridas. Volumen 4 Número 1.

Morrill, Kimberly M.; Conrad, Erin; and Tyler, Howard D. (2012) "A Novel Method to Determine Colostrum IgG Concentration," Animal Industry Report: AS 658, ASL R2709. Available at http://lib.dr.iastate.edu/ans_air/vol658/iss1/41

Quigley J. 1999. Notas Acerca de Terneros #39 - Usando el refractómetro. Calf Notes.com (http://www.calfnotes.com)

Ramos AJJ, Ferrer M LM, Lacasta LD, Figueras AL, Callejas CM. 2006. La importancia del calostro para los corderos y cabritos recién nacidos. Informaciones Técnicas del Departamento de Agricultura y Alimentación del Gobierno de Aragón. No. 169. Zaragoza. España.

SAS Institute Inc. 2009.SAS. Cary. NC,USA. http://www.sas.com/

Waterman D. 1998. The Beginning of a Successful Calf Raising Program. Milk Specialties. New York , USA.)

EL RIEGO OPORTUNO, UNA ALTERNATIVA PARA EL USO EFICIENTE DEL AGUA EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DE LAS ZONAS SEMIARIDAS

G. González-Cervantes[1]; MC Potisek Talavera [1]; L.M. Valenzuela Nuñez [2]; J.A. Chávez-Simental [3]; J.L. González Barrios[1]

[1] INIFAP CENID-RASPA, [2]Facultad de ciencias biológicas UJED, [3]Instituto de Silvicultura e industria de la madera UJED

INTRODUCCION

El agua es un recurso indispensable para todo tipo de actividades, es el recurso natural determinante en la calidad de vida del ser humano, así como del crecimiento económico de los países a nivel industrial, agropecuario y forestal, por ello debe ser administrado en forma congruente con los programas de desarrollo sustentable.

En el mundo, el agua se distribuye en salada (97.5 %) y dulce (2.5 %), de esta última se conforma por; - agua almacenada en lagos y ríos (0.3 %) con una distribución espacial no equitativa, ya que más del 40 % del agua de lagos y ríos se encuentra concentrado en seis naciones: Brasil, Rusia, Canadá, Estados Unidos China e India. - El agua almacenada en el subsuelo (30.8 %) y por ultimo, -el agua congelada en los glaciares (68.9) (La Jornada, 2005).

En México la cantidad de agua disponible ha descendido en forma dramática en el pasado medio siglo. En ese periodo bajo 60 por ciento y se prevé que esta tendencia continué, de 11 000 m^3 de liquido que había por persona, que significa una disposición alta, ahora cada habitante cuenta en teoría con 4 547 m^3, categoría intermedia, de acuerdo con los parámetros internacionales (foro mundial del agua 2006).

El norte y centro del país, esta constituido por ambientes áridos y semiáridos, es decir grandes zonas con una muy baja disponibilidad de agua, apenas hay 1 300 m^3 por habitante categoría baja, donde vive además el 77 por ciento de la población total, en contraste con el sureste mexicano la disponibilidad de agua es mayor, donde se localiza el 68 por ciento del agua, y se asienta solo el 23 por ciento de la población total.

En relación a las aguas superficiales del país, escurren alrededor de 399 kilómetros cúbicos (km^3) de agua al año, el 65 % de este escurrimiento se concentra en siete ríos: Grijalva-Usumacinta, Papaloapan, Coatzacoalcos, Balsas, Panuco, Santiago y Tonalá (la Jornada

2005), en contraste en el río Nazas escurren en promedio anual apenas 0.8 km^3 y que representa el abastecimiento en agua exógena para la irrigación de los cultivos en la Comarca lagunera de Coahuila y Durango.

Las huertas nogaleras se concentran principalmente al norte del país, en los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León y Sonora (SAGARPA, 2006), Bajo condiciones de una aridez climática y por ende una baja disponibilidad de agua. Aunado a lo anterior, en el país el método de riego mas utilizado para la producción agrícola es el superficial con una eficiencia máxima del 60 por ciento es decir que el 40 % del volumen se pierde en la conducción y distribución, para el 2005 se estimo la existencia de 6.3 millones de hectáreas en los distritos de riego del país, de las cuales 1.3 millones disponían de riego tecnificado (López, 2005), con eficiencias de riego significativamente mas bajas en el riego superficial (60 %) contra los presurizados aspersión (75 %) microaspercion (90) goteo cintilla enterrado (95%).

Una manera de aumentar la productividad del agua en las nogaleras del país, es mediante el incremento en la eficiencia global de su uso y manejo, a través de una agricultura de precisión, para ello es determinante; presurizar el agua y regar en tiempo oportuno, este último requiere correlacionar diversos factores agrícolas y ambientales circundantes al cultivo y determinar las necesidades hídricas de los nogales.

El **OBJETIVO** de este estudio es determinar el consumo hídrico de referencia (ET_0) y real (ET_r), a partir del monitoreo ambiental con estaciones climáticas automatizadas en red, en huertas de nogal pecanero, ubicadas en la cuenca media y baja del Nazas.

MATERIALES Y METODOS

Este trabajo de investigación se realizo en dos subregiones, cuenca baja y media del río Nazas, localizada en la región hidrológica 36 (RH-36), al norte de México, entre los meridianos 24º y 26º de latitud norte y los paralelos 106º y 102º de longitud oeste. Donde se ubican tres estaciones climáticas automatizadas mediante un sistema informático en red desarrollado en el Cenid-Raspa (Ochoa *et al* 2006) este sistema permite el monitoreo y observación en tiempo real de las variables ambientales que se suscitan en el huerto de nogal, dichas estaciones climáticas automatizadas están equipadas con sensores electrónicos cuya función es registrar variables climáticas en periodos de cada minuto y enviar los registros en tiempos predefinidos de 15

minutos, dichos registros viajan a través de ondas de radio hasta una computadora localizada dentro del INIFAP Cenid-Raspa.

Determinación de ET_0.

La variabilidad climática influye de manera notable en la relación entre el agua aplicada y la producción obtenida en los cultivos agrícolas. La influencia de este factor se ha analizado mediante la ET_0. Para su determinación se utilizo la ecuación de Doorenbos y Pruitt (1977) la cual fue calibrada mediante 11 lisímetros en diferentes puntos del mundo, generando mejores resultados en las zonas áridas. Y las variables de entrada requeridas por la ecuación se obtuvieron de la base de datos de cada estación mencionada.

$ET_0 = f_e \{ a+b [p (0.46* T +8.13)] \}$ (1)

Donde las variables son:

ET_0 = evapotranspiración de referencia para pasto en mm d^1.

f_e = factor de ajuste por la elevación sobre el nivel del mar.

a y b = coeficientes de calibración climática.

p = porcentaje medio diario anual de insolación.

T = temperatura media ºC.

El factor de ajuste por elevación dado por la siguiente ecuación.

$f_e = 1+10^{-4}$ ELEV (2)

Donde ELEV es elevación sobre nivel del mar en metros, la cual fue registrada mediante GPS de precisión de centímetros.

El coeficiente a (3)

$$a = 0.0043HR_{\min} - \frac{n}{N} - 1.41$$

Las variables de entrada son:

HR_{min} = humedad relativa mínima (%)

n = insolación (hr)

N = fotoperiodo (hr)

Coeficiente b $b = 0.82 - 0.004HR_{\min} + 1.07\frac{n}{N} + 0.066U_d - 0.006HR_{\min}\frac{n}{N} - 0.0006HR_{\min}U_d$ (4)

Donde:

U_d = velocidad del viento (m s^{-1}) en horario diurno.

Por su parte p es $p = 0.00304\cos^{-1}\left(\frac{-sen(\delta)sen(Latitud)}{\cos(\delta)\cos(Latitud)}\right)$ (5)

δ= sen-1 (0.39795 cos (0.98563 (DDA-173))) (6)

DDA es el dia juliano

Determinación de la ET_r

La ET_r depende de dos tipos de factores: climáticos y los intrínsecos a la superficie del objeto. Los principales factores climáticos son la radiación solar, velocidad del viento, la temperatura del aire, humedad atmosférica y precipitación (Ludlow, 1970). Los principales factores locales son el grado de cobertura, el área foliar, la altura del cultivo, la rugosidad de la cobertura y el control estomático de la transpiración. Por su parte los factores del suelo son el contenido de humedad, profundidad del manto freático y la salinidad (Tijerina, 1992).

En el caso especifico del cultivo de nogal, la mayoría de las investigaciones coinciden en que el consumo de agua del nogal del tercer año en adelante depende del diámetro del tronco, número de árboles por hectárea, etapa fenológica del cultivo y de la localización espacial de la huerta (Miyamoto, 1983; Worthington *et al* 1992 y Godoy *et al* 2000).

Para el cálculo se utilizo la siguiente ecuación.

$$ET_r = K_c * ET_0 \quad (7)$$

Donde:

ET_r = evapotranspiración real

K_c = coeficiente del cultivo

ET_0 = evapotranspiración de referencia

Para determinar el K_c se utilizo las ecuaciones empíricas propuestas por Miyamoto, (1983). Las cuales requieren del cálculo de los Días Grados Crecimiento, determinados con los datos de temperatura registrados en cada estación.

En este caso la determinación de ET_r se acoto a diámetros de tronco del árbol de 42 cm los cuales representan a árboles de 30 años de edad, y un sistema de plantación de 12 x 12 m en marco real, dando una densidad de 70 árboles por hectárea.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Los resultados que presentan corresponden al ciclo vegetativo del nogal para el 2005 y las variables climáticas corresponden de enero a diciembre del mismo año.

La figura 3 muestra la curva obtenida de la ecuación Doorenbos y Pruitt alimentada con las variables monitoreadas por la estación, dicha figura muestra un consumo máximo de referencia en pasto de ET_0 de 8 a 11 mm d^{-1} en el mes de junio y el consumo mínimo fue de valores menores a 4 mm d^{-1} en el periodo enero-febrero y noviembre-diciembre para las diferentes estaciones.

Las Villas

Cenid-Raspa

Santa Bárbara

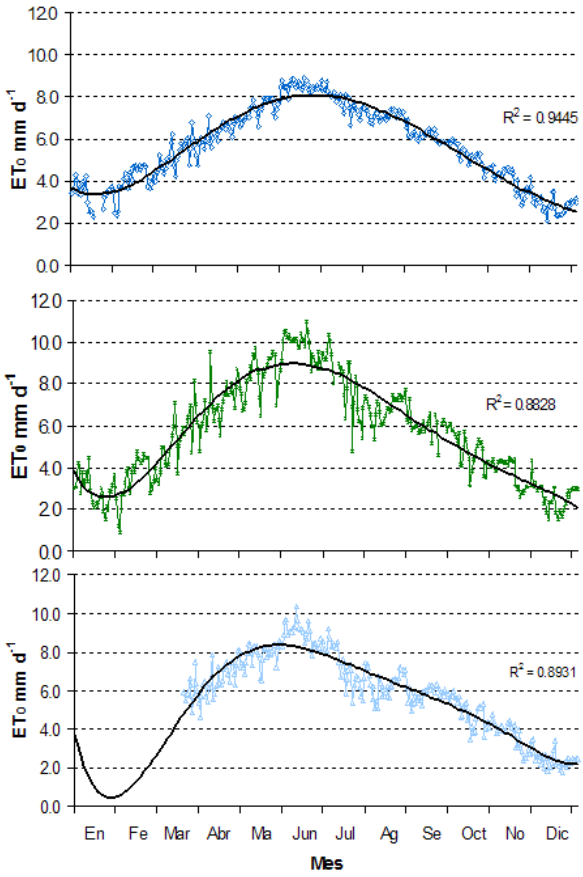


Figura 4. Determinación de la ET_0 para cada estación.

En la figura 4 se muestra el comportamiento de la ET_r para el ciclo fonológico marzo-noviembre de 2005 en cultivo de nogal pecanero en tres estaciones climáticas automatizadas. En dicha se observa que el mes de junio, julio y agosto se presenta el máximo consumo para las tres estaciones, durante este periodo la ET_r oscila entre 7 a 11 mm d^{-1} para las estaciones Las Villas y Cenid-Raspa situadas en la parte baja de la cuenca del Nazas y de 6 a 9 mm d^{-1} en la estación Santa Bárbara situada en la parte media de la cuenca del Nazas.

Las Villas

Cenid-Raspa

Santa Bárbara

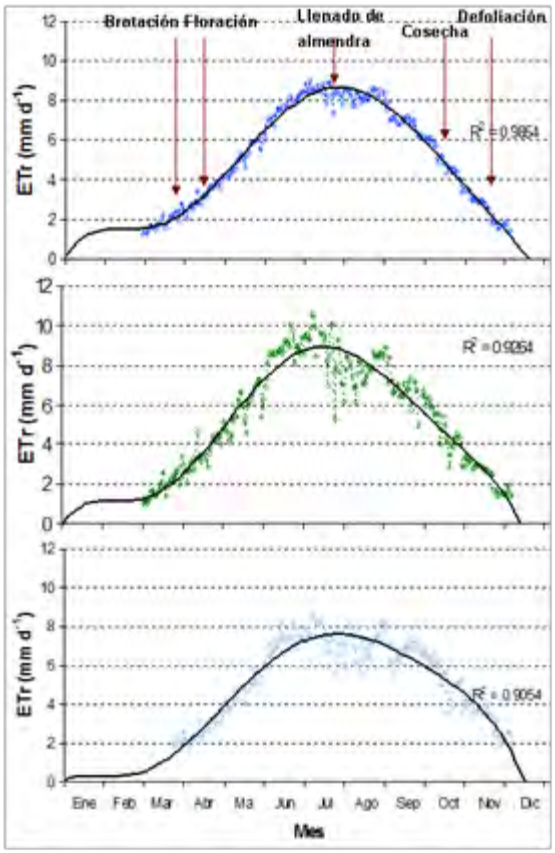


Figura 4. Determinación de la ET_r para cada estación.

CONCLUSIONES

La búsqueda para desarrollar tecnología que permita a los productores de nuez y usuarios en general, acceder a información sobre la condiciones ambientales y edáficas de los huertas nogaleras, a través de Internet, condujo a establecer un sistema informático en red para integrar y sistematizar la información generada por las diferentes estaciones climáticas mediante el lenguaje de programación Delphi, el cual se instaló en un servidor sobre una PC en el Cenid Raspa, INIFAP.

Este sistema informático permitió integrar la información generada por tres estaciones climáticas de marca diferente (Devis, Adcon, Motorola), en una sola base de datos y alimentar las aplicaciones desarrolladas sobre Internet, lo que permite su uso y consulta a través del cálculo de horas frió, unidades calor, temperatura ambiental.

El uso de estaciones climáticas en red permite obtener datos de variables climáticos en tiempo real, esto con la finalidad de conocer el valor aproximado de la ET0 utilizada para el calculo de ETr de algún cultivo en especifico y determinado su kc y ETr para pronosticar el cuando y cuanto regar en huertos de nogal pecanero

BIBLIOGRAFÍA.

Descroix L., J. F. Nouvelot y J. Estrada. 1997. Geografía de lluvias en una cuenca del norte de México: Regionalización de las precipitaciones en la Región Hidrológica 36. Folleto Cientifico No 10. CENID RASPA INIFAP – ORSTOM. Gomez Palacio Dgo., Mexico. 52 p.

Doorenbos, S. y W. O. Pruitt. 1997. Crop water requiremens . Irrigation and drainage. Paper No. 24. FAO. Roma, Italia.

Godoy A., C., I. Reyes J., C.A. Torres E., M.V. Huitrón R., J. Cristian CH. y J. Morales R. 2000. Tecnología de riego en nogal pecadero. Libro científico nº 1. INIFAP.

Godoy A., C. e I. López M. 2000. Desarrollo de la almendra y germinacion del fruto del nogal pecanero bajo cuatro calendarios de riego. Revista Interamericana Terra, Vol. 17 Num. 4.

La jornada 2005. Agua, edición especial México.

Miyamoto S. 1983. Consumptive water use of Irrigated Pecans. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108(5): 676-68.

Nouvelot J. F. et L. Descroix. 1996. Aridité et sécheresse du Nord-Mexique in Trace (Revista del Centro Francés de Estudios Mexicanos y Centroamericanos, México), No 30, 9-25 pp.

Ojeda B., W. 1999. Pronostico del riego en tiempo real, 1ª edición, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 60-80 p.

Ludlow, M.M. 1970. Effect of oxygen concentration on leaf photosynthesis and resistances to carbon dioxide diffusion. Plant 91: 285-290 p.

López E., J., L. Tijerina Ch., G. Haro A. Y R. Arteaga R. 1991. calibracion de formulas de evapotranspiración mediante un cultivo de alfalfa como referencia en el área de Montesillo, Estado de México. Agrociencia 2 : 55–77 p.

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.

Tijerina Ch., L. 2000. Requerimientos hídricos de los cultivos bajo sistemas de fertirrigacion. Revista Interamericana Terra, Vol 17 Num. 3.

Tijerina Ch., L. 1992. uso eficiente del agua en unidades de riego para el desarrollo rural. Diplomado. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.

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.

EFECTO DEL ÍNDICE TEMPERATURA-HUMEDAD SOBRE LA FERTILIDAD EN VACAS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN SEMIESPECIALIZADO/FAMILIAR EN LOS ALTOS DE JALISCO

Estrada CE[1*], Loza GJL[2], Flores LHE[1], Vera AHR[3], Montiel OLJ[3], Espinosa MMA[3], Villaseñor GF[1].

[1]CE Centro Altos de Jalisco - INIFAP, [2]Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia - CUALTOS - U de G, [3]CENID Fisiología y Mejoramiento Animal - INIFAP.
estrada.eliab@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La tasa de fertilidad de las vacas representa uno de los indicadores más importantes que influyen en la eficiencia reproductiva de los establos lecheros (García-Ispierto *et al.,* 2007) y ésta es influenciada por una amplia variedad de factores: genéticos, nutricionales, sanitarios, climáticos, entre otros (Rodríguez *et al*., 2008). La combinación de elementos climáticos como la temperatura ambiental y la humedad relativa, contribuyen con las condiciones para generar un ambiente de estrés calórico en los bovinos (Armstrong, 1994). En las vacas Holstein, cuando la temperatura ambiental rebasa los 25 grados centígrados o los 70 puntos del índice temperatura-humedad (THI por sus siglas en ingles), las vacas presentan dificultades para mantener su temperatura corporal, viéndose obligados a sacrificar energía adicional en los mecanismos de termorregulación, sacrificando su utilización en actividades productivas y reproductivas (NRC, 1981). En un estudio realizado en establos lecheros en España, se observó que conforme el THI el día del servicio cambió de < 70, a 71-75, 76-80, 81-85 y >86, la tasa de concepción se disminuía de 34.9, a 33.3, 25.7, 26.6, y 20.8 %, respectivamente (García-Ispierto *et al.,* 2007).

En la región de Los Altos en el estado de Jalisco, se ha observado que durante el 51.4 % de los días del año (principalmente en primavera-verano) el THI rebasa los 70 puntos y su duración arriba de este umbral puede variar entre 0.10 a 21.1 horas al día (Flores *et al*., 2007). Sin embargo, no existe información sobre los efectos del THI sobre el comportamiento reproductivo de los animales en la región, los cuales parecen enfrentar una condición de estrés calórico ambiental en algunos meses del año, que tal vez no sea tan grave como en otras zonas del país, pero que pudiera verse acentuada por las características en que se desarrollan las vacas del sistema de producción semiespecializado/familiar (pastoreo con gran parte del día bajo el sol; Flores *et al.,* 2007). Por lo tanto el objetivo del presente estudio fue determinar el efecto del índice temperatura-humedad sobre la fertilidad a primer servicio post-parto de vacas del sistema de producción semiespecializado/familiar en los Altos de Jalisco.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en los municipios de Tepatitlán de Morelos, San Ignacio Cerro Gordo y Valle de Guadalupe, los cuales se encuentran localizados en la cuenca lechera de la región Altos Sur del estado de Jalisco. En el área de estudio el clima es Templado Subhúmedo, con temperatura media anual de 18.3 ^{0}C y precipitación media anual de 890 mm, concentrados principalmente entre los meses de Junio a Septiembre (Ruíz *et al.,* 2003). El periodo experimental comprendió de Diciembre de 2011 a Noviembre de 2012, tiempo en el cual se incluyeron 1075 registros de vacas de 24 ranchos comerciales con tamaño y manejo representativos de lo que comúnmente predomina en el sistema de producción semiespecializado/familiar en Jalisco (Cervantes *et al.,* 2001).

Se instalaron cuatro sensores meteorológicos (Watchdog data logger model 450, Spectrum technology) en lugares cercanos de donde se encontraban los establos en estudio (Cerro Gordo, Pegueros y Valle de Guadalupe) y fueron programados para registrar la temperatura ambiental y la humedad relativa cada media hora. A través de la información obtenida por los sensores, se calculó el índice temperatura - humedad mediante la fórmula descrita por Gaughan *et al.,* 1999. Utilizando la información registrada cada media hora, se determinaron los valores diarios del THI promedio, THI máximo, THI duración y THI carga durante el periodo experimental. Para determinar el THI duración, se consideró la diferencia en horas entre el inicio y el término en que se tuvo un THI mayor al umbral de estrés durante el día (THI umbral = 70 para vacas lecheras según St-Pierre *et al.* 2003) y para determinar el THI carga, se utilizó la fórmula para determinar el área bajo la curva a través de una integral definida (Figura 1; Ayres, 1989).

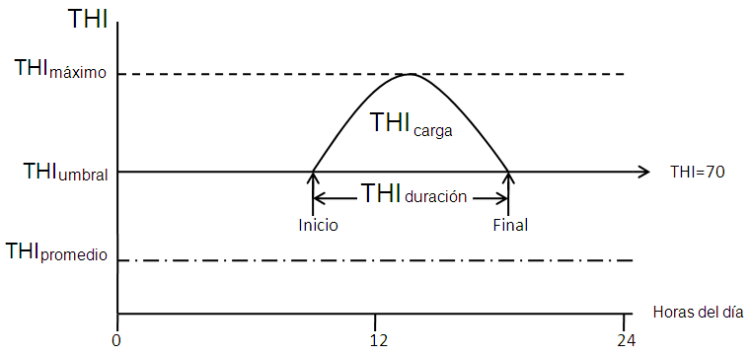


Figura 1. Ejemplo para describir el THI carga en función del THI máximo, THI umbral y THI duración.

Para determinar la tasa de fertilidad (%) a primer servicio del ganado, se consideraron todos los primeros servicios en el post-parto de cada una de las vacas en los diferentes establos. El diagnostico de gestación se realizó al día 45 post-servicio, por palpación trans-rectal y con el apoyo de un equipo de ultrasonido marca Universal, Medical System, Inc. modelo UMS900 con transductor de 5 Mhz. Para realizar un análisis descriptivo de las variables climáticas en la región de estudio, se determinaron los valores promedio, mínimos y máximos en cada uno de los meses del año para las variables THI máximo, duración y carga durante el periodo experimental. Se realizaron análisis de Ji- cuadrada para determinar el efecto de los meses y las estaciones del año sobre la tasa de fertilidad. Para determinar el efecto de estación, se incluyó la información de los meses más característicos de cada periodo: enero - febrero para invierno, abril - mayo para primavera, julio - agosto para verano y octubre - noviembre para otoño; esto con el propósito de separar las clases y evitar un posible traslape de información.

También se generó una base de datos en la cual se incluyeron las variables climáticas del día en que cada una de las vacas recibió su primer servicio post-parto, así como el resultado del diagnóstico de gestación. En este caso se realizaron análisis de regresión logística, en donde se incluyó la fertilidad de las vacas como variable de respuesta y el THI promedio, máximo, duración y carga como variables independientes. Cada variable climática se evaluó en diferente modelo, en cada uno de estos se determinaron los efectos lineales, cuadráticos y cúbicos. En cuanto a los valores de probabilidad, se consideró una $P \leq 0.05$ y $P \leq 0.1$ para indicar efectos significativos o tendencias de efecto respectivamente. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el paquete estadístico del SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los valores mensuales del THI máximo, duración y carga durante el periodo de estudio y como se puede observar, todos los promedios se mantuvieron elevados entre los meses de marzo y octubre. Es importante resaltar que a través del año, los valores máximos del THI máximo se mantuvieron por arriba del THI umbral, aunque por muy poco entre los meses de noviembre a febrero. En cuanto a las variables THI duración y carga, se observa que la carga calórica ambiental se concentra principalmente durante los meses de abril, mayo y junio, que a partir de julio tiende a disminuir, pero se vuelve a incrementar en el mes de octubre. Considerando 70 puntos de THI como limite umbral de entrada al estrés calórico ambiental, los resultados indican que en la región de estudio las vacas enfrentan dicha condición ambiental, principalmente entre los meses de marzo a octubre.

Cuadro 1. Valores promedio, mínimos y máximos dentro de cada mes para el THI máximo, THI duración y THI carga durante el periodo experimental.

Meses del año	THI máximo			THI duración			THI carga		
	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo
Enero	65.6	58.7	71.8	0.25	0.0	4.0	0.30	0.00	6.68
Febrero	64.6	51.7	73.0	0.27	0.0	6.0	0.50	0.00	15.51
Marzo	69.1	62.3	74.4	2.00	0.0	7.0	3.80	0.00	21.48
Abril	70.9	61.9	77.2	4.14	0.0	9.5	11.80		0.00
							49.13		
Mayo	74.7	70.9	79.8	7.77	1.5	19.5	28.40		1.95
							81.80		
Junio	73.1	69.0	78.9	5.85	0.0	20.5	17.40		0.00
							67.96		
Julio	70.6	65.9	73.6	2.59	0.0	9.0	4.10	0.00	19.58
Agosto	71.2	62.2	74.5	3.55	0.0	9.0	6.80	0.00	26.99
Septiembre	71.1	67.8	74.4	2.46	0.0	7.5	5.30	0.00	25.14
Octubre	71.5	67.4	75.6	3.80	0.0	7.5	8.20	0.00	30.64
Noviembre	64.4	58.6	71.8	0.30	0.0	5.0	0.40	0.00	6.89
Diciembre	66.9	60.2	71.1	0.08	0.0	3.0	0.10	0.00	3.60

La fertilidad promedio en el estudio fue de 49.7 %, para cuyo cálculo se consideraron 1075 servicios. En el análisis estadístico para determinar el efecto de las épocas del año sobre la fertilidad, no se encontró diferencia estadística significativa (P> 0.1). Por otra parte, se encontró una tendencia para el caso del efecto de los meses del año sobre la fertilidad (P= 0.07). En la Figura 2, se observa que la mayor fertilidad se presentó en el mes de febrero (61.5 %) y a partir de este mes tendió a disminuir gradualmente hasta llegar a 40.1 % en el mes de junio. Posteriormente y después de un incremento importante en el mes de julio (58.8 %), el valor de fertilidad se mantuvo cercano a 50.0 % excepto en el mes de octubre que fue cuando se presentó el menor porcentaje de fertilidad (33.9 %). Con la finalidad de ilustrar gráficamente la relación entre el THI máximo, duración y carga con la tasa de fertilidad mensual, en la Figura 2 también se incluyeron los valores de estas variables climáticas, en donde se observa que dicha relación sigue un patrón inversamente relacionado. Sin embargo, como se menciona a continuación, el análisis estadístico solamente detectó la influencia de la variable THI máximo sobre la fertilidad.

En los análisis de regresión logística no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las fertilidades a primer servicio por efecto del THI promedio, THI duración y THI carga el día del servicio (P> 0.1). Sin embargo, se presentó una respuesta altamente significativa por los efectos lineal y cuadrático del THI máximo (P< 0.01). En la Figura 3, se puede observar que conforme los valores del THI máximo aumentaron entre los 55 y 70 puntos, la probabilidad de que las vacas resultaran gestantes disminuyó gradualmente para llegar a un valor mínimo entre los 70 y 74 puntos.

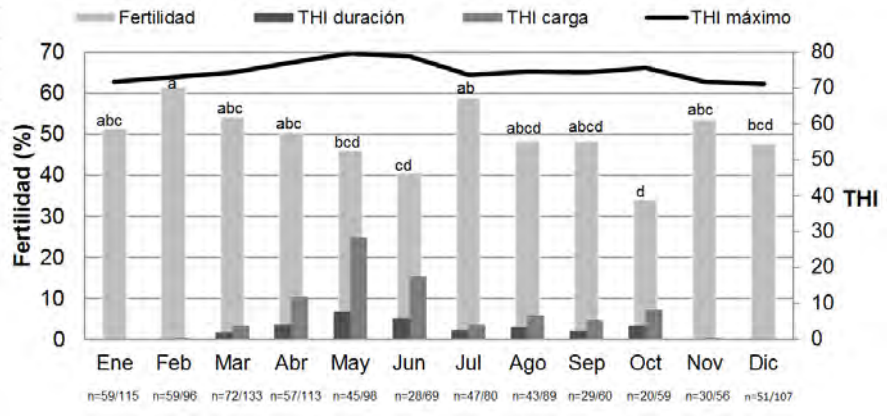


Figura 2. Efecto de los meses del año sobre la tasa de fertilidad a primer servicio post-parto (P= 0.07) y tendencia de los valores de THI máximo, duración y carga durante el periodo de estudio.

Los resultados obtenidos concuerdan con los de otros estudios (Lozano *et al*., 2005; García-Ispierto *et al*., 2007), en donde se ha observado que la tasa de fertilidad de las vacas tiende a reducirse conforme el THI aumenta y rebasa el umbral de confort de 70 puntos el día del servicio. Las variaciones en cuanto a las tasas de fertilidad por mes (Figura 2) y el ligero repunte en la probabilidad de que las vacas queden gestantes entre los 74 y 78 puntos de THI máximo (Figura 3), podrían estar asociados a factores no incluidos (nutricionales, genéticos, sanitarios, THI previo y posterior al servicio, entre otros; Rodríguez *et al*., 2008) en el diseño del presente estudio y que también pueden afectar la tasa de fertilidad de las vacas.

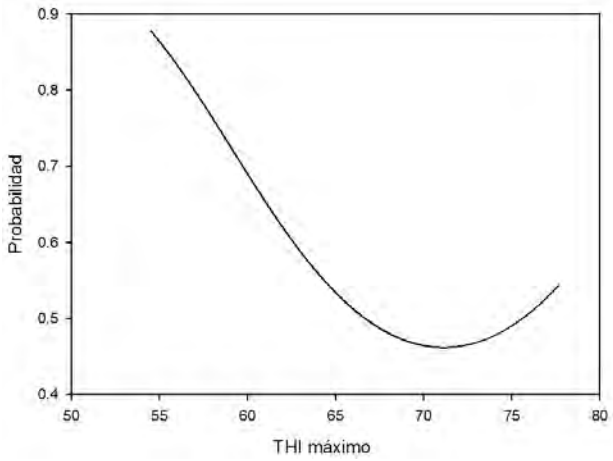


Figura 3. Asociación entre el THI máximo y la probabilidad de que las vacas queden gestantes al primer servicio post-parto (P< 0.01).

CONCLUSIONES

Se concluye que en la región de estudio (Altos Sur del estado de Jalisco), los valores alcanzados por el índice temperatura-humedad pueden generar una condición de estrés calórico ambiental en las vacas lecheras. Así mismo, que la tasa de fertilidad en las vacas bajo el sistema de producción semiespecializado/familiar puede ser afectada negativamente por el efecto del estrés calórico ambiental. Además, que aunque la mayor parte de los meses con baja tasa de fertilidad y alto nivel de estrés calórico ambiental corresponden a la estación de primavera, en ambos casos existen fluctuaciones por mes dentro de estaciones.

BIBLIOGRAFÍA

Armstrong, D. V. 1994. Heat stress interaction whith shade and cooling. Symposium: Nutrition and heat stress. J. Dairy Sci. 77:2044-2050.

Ayres, F. J. 1989. Calculo diferencial e integral. Editorial McGraw-Hill.EUA.

Cervantes EF, Santoyo CH, Álvarez MA. 2001. Lechería Familiar: Factores de éxito para el negocio: Primera Edición. México: Plaza Valdéz.

Flores, H. E., J. J. Olmos, H. Ramírez, V. O. Fuentes, O. Reynoso y H. Moreno. 2007. ET-59. Caracterización del sistema de producción de leche de la cuenca hidrográfica El Jihuite, Jalisco, México. Memorias del II Congreso Internacional de Producción Animal Tropical. 26 al 29 de Noviembre. La Habana, Cuba.

García-Ispierto, I., López-Gatius, F., Santolaria, P., Yáñiz, J. L., Nogareda, C. and López-Béjar, M. 2007. Factors affecting the fertility of high producing dairy herds in northeastern Spain. Theriogenology 67: 632-638.

Gaughan, J.B., Mader, T.L., Holt, S.M., Josey, M.J., Rowan, K.J. 1999. Heat tolerance of boran and tuli crossbred steers. J. Animal Sci., 77:2398-2405.

Lozano, D. R. R., Vasquez, P. C. G., Gonzalez, P. E. 2005. Efecto del estrés calórico y su interación con otras variables de manejo y productivas sobre la tasa de gestación de vacas lecheras en Aguascalientes, México. Vet. Mex. 36(3):245-260.

National Research Council. 1981. Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals. Natl. Acad. Sci., Washigton, DC.

Ruiz CJA, González AIJ, Anguiano CJ, Vizcaíno VI, Ibarra CD, Alcalá GJ, Espinosa VS, Flores LHE. 2003. Estadísticas climatológicas básicas para el estado de Jalisco (Periodo 1961-2000): Primera edición. Jalisco, México. Libro técnico Núm. 1. INIFAP-CIRPAC. p 162-163.

EFECTO DE LA EDAD AL DESTETE, PESO Y ESTATURA AL NACIMIENTO SOBRE EL DESARROLLO DE BECERRAS BAJO EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN FAMILIAR EN LOS ALTOS DE JALISCO

Estrada CE[1*], Espinosa MMA[2], Montiel OLJ[2], Gutiérrez MJP[3].

[1]CE Centro Altos de Jalisco - INIFAP, [2]CENID Fisiología y Mejoramiento Animal - INIFAP, [3]Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia - CUALTOS - U de G.
estrada.eliab@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El proceso de crianza de vaquillas para reemplazos en los establos lecheros, representa el segundo mayor gasto económico, el futuro del hato productor y la siguiente generación de progreso genético en los establos. Debido a que los reemplazos comienzan a generan ingresos económicos básicamente hasta que llegan al parto, el objetivo principal del proceso de crianza es que los animales se desarrollen adecuadamente a un costo mínimo y que les permita tener un desempeño óptimo en la futura lactación (Espinosa y Montiel, 2011).

Estudios realizados en el sistema de producción semiespecializado/familiar en Jalisco, indican la presencia de problemas de eficiencia en el proceso de la crianza de reemplazos. En un estudio realizado por Flores *et al.,* (2007) se observó que un alto porcentaje de vaquillas recibe su primer servicio después de los 15 meses de edad y presentan su primer parto a los 30 meses de edad o más. Por su parte Espinosa *et al.* (2012) observaron que la edad a primer servicio promedio es de 19.6 meses y que un 52.3 % de las vaquillas presentaron su primer parto después de los 25 meses de edad. Estos indicadores exceden los que se han indicado como ideales en el proceso de crianza (Espinosa y Montiel, 2011).

La lactancia es una de las etapas de la crianza en donde las becerras son más susceptibles a que se afecte negativamente su desarrollo (Ávila *et al.,* 2011). El peso al nacimiento, la estatura al nacimiento y los días al destete de las becerras representan algunos de los factores que pueden influir en su desarrollo durante la lactancia (Medina, 1994). Generalmente se recomienda que al nacimiento, las becerras deben presentar un peso corporal de 40 - 46 kg, una estatura de 75 - 78 cm a la cruz (Espinosa y Montiel, 2011) y ser destetadas al menos a los 60 días de edad (Medina *et al.,* 2009). En establos bajo el sistema de producción semitecnificado/familiar, se ha observado que más del 40 % de las becerras nacen con valores de peso y estatura inferiores a los considerados como óptimos y que el tiempo promedio al

destete es de 74.8 días (Espinosa *et al.,* 2012). Por lo tanto el objetivo del presente estudio fue determinar el efecto del peso y estatura al nacimiento así como la edad al destete sobre el desarrollo de becerras durante la lactancia en establos del sistema de producción semiespecializado/familiar en Los Altos de Jalisco.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en los municipios de Tepatitlán de Morelos, San Ignacio Cerro Gordo y Valle de Guadalupe, los cuales se encuentran localizados en la cuenca lechera de la región Altos Sur del estado de Jalisco. En el área de estudio el clima es Templado Subhúmedo, con temperatura media anual de 18.3 ^{0}C y precipitación media anual de 890 mm, concentrados principalmente entre los meses de Junio a Septiembre (Ruíz *et al.,* 2003). El periodo de estudio comprendió desde Julio de 2011 a Diciembre de 2012, en el cual se incluyeron 22 establos comerciales con tamaño y manejo representativos de lo que comúnmente predomina en el sistema de producción semiespecializado/familiar en Jalisco (Cervantes *et al.,* 2001). Debido a que en los establos experimentales no se contaba con un sistema de captura de información de las becerras, se formaron dos equipos de trabajo, conformados cada uno por un médico veterinario con experiencia y estudiantes afines al área de estudio, los cuales realizaron visitas a los establos lecheros dos veces por semana; esto con el propósito de generar registros y llevar un buen control del desarrollo de las becerras.

El periodo experimental de las becerras incluidas en el estudio (n= 250), comprendió desde el momento de su nacimiento hasta que fueron destetadas. Se realizaron mediciones de peso y estatura tanto al nacimiento como al momento en que las becerras fueron destetadas. Las mediciones de peso corporal se obtuvieron a través de una cinta métrica especial para la raza Holstein, la cual estima el peso corporal mediante las mediciones del perímetro torácico de los animales. Las mediciones de estatura, se obtuvieron con el apoyo de un flexómetro y los días al destete de las becerras, a través de los registros individuales generados. Con base a la información mencionada, se determinó la ganancia de peso y la ganancia de estatura de las becerras durante el periodo de lactancia.

Para determinar el desarrollo de las becerras, se utilizaron como variables de respuesta la ganancia de peso y la ganancia de estatura durante su lactancia. Las variables independientes evaluadas fueron: peso al nacimiento (Alto vs Bajo; ≥ 40 kg vs < 40 kg, respectivamente), estatura al nacimiento (Alto vs Bajo; ≥ 74 cm vs < 74 cm, respectivamente) y la edad al destete

(< 90 vs ≥ 90 días). Para determinar las clases de las variables independientes se consideró el valor del segundo cuartil de acuerdo a la distribución de los datos de cada variable. La información se analizó por estadística descriptiva y por análisis de varianza, utilizando el paquete estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se puede observar que el peso promedio al nacimiento fue menor a lo considerado como óptimo en la raza Holstein, 40 - 46 kg (Espinosa y Montiel, 2011). De igual forma el porcentaje de becerras (alrededor del 50 %, indicado por los cuartiles) con valores en el límite o por abajo del peso óptimo al nacimiento, fue alto de acuerdo a lo que debe ser permisible en los establos (< 10 % de las becerras; Medina *et al*., 2009). El promedio de la ganancia de peso diaria durante la lactancia también fue menor a lo recomendado (0.745 - 0.800 kg; Medina *et al.*, 2009) y más del 75 % de las becerras se encuentran en la misma situación. El promedio de días al destete fue más prolongado de acuerdo a lo que generalmente se recomienda (60 días; Medina *et al.*, 2009); menos del 25 % de las becerras son destetadas antes de los 85 días y puede haber animales que se destetan hasta los 158 días de edad. Debido a la amplia variación en la edad en que las becerras fueron destetadas, no se consideraron el peso y la estatura al destete como puntos de comparación.

Cuadro 1. Estadística descriptiva para el peso al nacimiento, peso al destete, días al destete y ganancia de peso diaria de las becerras al destete.

Estadística descriptiva	Peso al nacimiento (Kg) n=250	Peso al destete (Kg) n= 247	Días al destete n=233	Ganancia de peso (Kg) n= 233
Media	39.5	73.8	86.7	0.569
Mínimo	20	61	53	0.101
Máximo	55	89	158	1.717
Primer cuartil	36	72	85	0.421
Segundo cuartil	40	74	90	0.551
Tercer cuartil	43	76	93	0.663

Al igual que para el peso al nacimiento, en el Cuadro 2 se puede observar que la estatura promedio al nacimiento fue menor a lo considerado como óptimo en la raza Holstein, 75 - 78 cm (Espinosa y Montiel, 2011). De igual forma el porcentaje de becerras (alrededor del 50 %) con

valores en el límite o por abajo de la estatura óptima al nacimiento, fue alto de acuerdo a lo que debe ser permisible en los establos (< 10 % de las becerras; Medina *et al*., 2009). En el Cuadro 2 también se observa que la ganancia de estatura diaria promedio se encuentra acorde a lo mínimo recomendado para la raza (0.161 cm con destete a los 60 días), pero alrededor del 50 % de las becerras tienen una ganancia de estatura menor a lo considerado como ideal.

Cuadro 2. Estadística descriptiva para la estatura al nacimiento, estatura al destete y ganancia de estatura diaria de las becerras al destete.

Estadística descriptiva	Estatura al nacimiento (cm) n= 248	Estatura al destete (cm) n= 248	Ganancia de estatura (cm) n= 231
Media	73.8	87.6	0.164
Mínimo	61	75.0	0.031
Máximo	89	104	0.492
Primer cuartil	72	85	0.127
Segundo cuartil	74	87	0.157
Tercer cuartil	76	90	0.191

La ganancia de peso diaria durante la lactancia no fue afectada por el peso de las becerras al nacimiento (P> 0.1) y la estatura al nacimiento (P> 0.1), pero si se observaron diferencias estadísticas significativas por efecto de la edad al destete (P< 0.01). Por su parte la ganancia de estatura diaria fue afectada por el peso al nacimiento (P< 0.01), la estatura al nacimiento (P< 0.01) y la edad al destete (P< 0.01).

Cuadro 3. Media y error estándar para la ganancia de peso y ganancia de estatura diaria durante la lactancia, en becerras con diferente peso al nacimiento, altura al nacimiento y edad al destete.

Variables independientes	Variables de respuesta	
	Ganancia de peso diaria	Ganancia de estatura diaria
Peso al nacimiento		
Alto, ≥ 40 kg	0.549 ± 0.019	0.151 ± 0.005[a]
Bajo, < 40 kg	0.590 ± 0.020	0.177 ± 0.006[b]
Estatura al nacimiento		
Alto, ≥ 74 cm	0.575 ± 0.019	0.148 ± 0.005[a]
Bajo, < 74 cm	0.562 ± 0.020	0.181 ± 0.006[b]
Edad al destete		
< 90 días	0.608 ± 0.020[a]	0.182 ± 0.006[a]
≥ 90 días	0.534 ± 0.019[b]	0.147 ± 0.005[b]

Diferente literal entre hileras por variable de respuesta, indica diferencias estadísticas significativas, P< 0.01.

En el Cuadro 3 se puede observar que las becerras que nacieron con peso y estatura bajo, presentaron una mayor ganancia de estatura diaria respecto a las becerras que nacieron con un peso y estatura alto. Por otro lado, las becerras que fueron destetadas a los 90 días de edad o después, presentaron una menor ganancia de peso y estatura respecto a las becerras destetadas antes de los 90 días. El mayor crecimiento en estatura observado en las becerras con bajo peso y estatura al nacimiento, sugieren alguna clase de crecimiento compensatorio post-natal, similar a lo que ocurre en animales que se han mantenido en restricción nutricional y posteriormente son realimentadas de acuerdo a sus requerimientos nutricionales (Ford y Park, 2001). Sin embargo, esto no ha sido estudiado en becerras durante su periodo de lactancia.

Los resultados respecto a las ganancias de peso y estatura durante la lactancia, indican que el desarrollo de las becerras se ve afectado cuando el destete se realiza después de los 90 días de edad. Lo anterior pudiera estar asociado al deficiente manejo en la alimentación de las becerras en los establos familiares (limitada cantidad o no uso de concentrados, utilización de concentrados inadecuados, limitada cantidad de leche o sustituto de leche, etc.), lo cual puede repercutir principalmente en las becerras de más edad debido a sus mayores requerimientos nutricionales; sin embargo, esto no fue determinado en el presente este estudio.

CONCLUSIONES

Se concluye que en los establos del sistema de producción semiespecializado/familiar en los Altos de Jalisco, una alta proporción de becerras nacen con peso y estatura sub-óptimos de acuerdo a la raza Holstein y aunque éstos animales presentan un crecimiento compensatorio post-natal, éste no es suficiente para alcanzar un desarrollo óptimo durante la lactancia. Así mismo, que las becerras se destetan en edades tardías de acuerdo a lo recomendado en la literatura, manejo que afecta negativamente su desarrollo.

BIBLIOGRAFÍA

Ávila GJ. Crianza y cuidado de becerras del nacimiento al parto. Memorias séptimas jornadas bovinas. Universidad Nacional Autónoma de México-Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México 19 agosto-2 Septiembre 2011; 27-41.

Cervantes EF, Santoyo CH, Álvarez MA. 2001. Lechería Familiar: Factores de éxito para el negocio: Primera Edición. México: Plaza Valdéz.

Espinosa MMA, Montiel OLJ. Indicadores de crecimiento y desarrollo en la crianza de vaquillas de reemplazo. Ganadero 2011. 36: 94-102.

Espinosa MMA, Montiel OLJ, Estrada CE, Mellado BM, Vera AHR, Ramírez SM. Indicadores productivos-reproductivos de vaquillas de reemplazo, en sistemas de lechería familiar. Memorias del XXXVI Congreso Nacional de Buiatria. Mérida, Yucatán; 1271-1278.

Flores HE, Olmos CJ, Ramírez H, Fuentes VO, Reynoso O, Moreno H. ET-59 Caracterización del sistema de producción de leche de la cuenca hidrográfica El Jihuite, Jalisco, México. Memorias del II Congreso Internacional de Producción Animal Tropical. 26 al 29 de noviembre de 2007. La Habana. Cuba.

Ford JA, Park CS. Nutritionally directed compensatory growth enhances heifer development and lactation potential. J Dairy Sci 2001; 84: 1669-1678.

Medina CM. Medicina Productiva en la Crianza de Becerras Lecheras. México, D.F. Grupo Noriega Editores.1994.

Medina CM, Calderón RRC, Zarate MJP, Aguilar RF, Ugarte BJ. 2009. Proceso de crianza de becerras. Producción de leche de bovino en el sistema familiar: Primera edición . Veracruz, México. Libro técnico Núm. 24. INIFAP-CIRGOC. p 237 -262.

Ruiz CJA, González AIJ, Anguiano CJ, Vizcaíno VI, Ibarra CD, Alcalá GJ, Espinosa VS, Flores LHE. 2003. Estadísticas climatológicas básicas para el estado de Jalisco (Periodo 1961-2000): Primera edición. Jalisco, México. Libro técnico Núm. 1. INIFAP-CIRPAC. p 162-163.

BECERRAS ALIMENTADAS CON CALOSTRO PASTEURIZADO: EFECTO SOBRE LA TRANSFERENCIA DE INMUNIDAD PASIVA

González Avalos Ramiro[1]*, González Avalos José[2], Peña Revuelta Blanca Patricia[3], Núñez González Lilia Esmeralda[4], Pérez Rebolloso Elizabeth[1], Macías Estrada Juan Carlos[5], Reyes Carrillo José Luis[1]

[1]UAAAN, Torreón, Coahuila, [2]ICAP-UAEH, [3]UAAAN, [4]CUSUR-UDG, [5]FAZ-UJED. *jaliscorga@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El manejo del calostro continúa siendo un área de preocupación significativa en muchos establos modernos. Las becerras dependen del consumo de calostro para adquirir inmunidad pasiva contra patógenos. El calostro bovino 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. Los componentes importantes del calostro incluyen inmunoglobulinas (Ig), leucocitos maternos, factores de crecimiento, hormonas, citoquinas, factores antimicrobianos no específicos y nutrientes. Las concentraciones de estos componentes será mayor en las secreciones de la primera recolección después del parto y luego se reduce de manera constante durante los siguientes ordeños (Foley y Otterby, 1978).

La adopción de sistemas de pasteurización a nivel de establos ha reportado resultados significativos en la salud de las becerras y en los ingresos económicos del productor (Jamaluddin *et al*., 1996; Godden *et al*., 2006). Sin embargo, una de las principales preguntas que nacen con la pasteurización de calostro es con respecto a si la pasteurización causa degradación de las Ig presentes en el calostro. Si la pasteurización resulta en un grado inaceptable de pérdida de anticuerpos en el calostro, entonces la pasteurización puede crear un alto riesgo de falla en la transferencia de inmunidad en las becerras, haciendo este procedimiento impráctico de adoptar comercialmente (Godden *et al*., 2003).

La placenta del bovino es de tipo epiteliocorial, esta circunstancia impide la transferencia de Ig al feto durante la gestación. Es muy importante medir el grado de transferencia pasiva para manejar correctamente a las becerras jóvenes. La transferencia de inmunidad pasiva, a través del calostro materno, es primordial para la salud y supervivencia de las becerras en las primeras semanas de vida. Para lograr el éxito de la transferencia pasiva de Ig, la becerra debe consumir una concentración suficiente de Ig del calostro de primera calidad y luego ser capaz de absorber con éxito una cantidad suficiente de estas moléculas en su plasma sanguíneo (Godden, 2008).

La falla en la transferencia pasiva de inmunidad (FPT) en becerras afecta a largo plazo la productividad, bajos niveles de Ig están asociadas con decremento en la producción de leche en la primera y segunda lactación y se incrementa la tasa de desecho durante la primera lactación (Faber *et al*., 2005). La FPT, sucede cuando la becerra no absorbe una adecuada cantidad de Ig; sin embargo, incluso las becerras que recibieron su alimentación temprana con gran cantidad de calostro y alta concentración de Ig, tienen considerable variabilidad en los niveles de transferencia pasiva (Haines y Godden, 2011).

Por lo antes expuesto, el objetivo del presente estudio fue, determinar el efecto en la transferencia de inmunidad pasiva en becerras lecheras Holstein Friesian alimentadas con calostro pasteurizado.

MATERIALES Y MÉTODOS

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).

Se seleccionaron 50 becerras de manera aleatoria, las cuales fueron separadas de la madre al nacimiento y alojadas en jaulas de madera (previamente lavadas y desinfectadas) en forma individual. Se formaron dos grupos (A y B) de 25 becerras cada uno, los tratamientos consistieron en el número de litros de calostro ofrecido; cuatro y cinco y medio respectivamente. En los dos grupos la primera toma se realizo durante las primeras dos h de vida; en el grupo A, se suministraron dos L y en el grupo B, tres y medio L. La segunda de cuatro a siete h posteriores a la primera; donde se ofrecieron dos L por toma en ambos grupos.

El calostro utilizado para este experimento se obtuvo del primer ordeño post-parto de vacas y vaquillas Holstein Friesian, dentro de las primeras 6 h después del parto. Inmediatamente después de 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 densidad ≥50 mg•mL^{-1} de Ig, se combinó hasta acumular la cantidad de 40 L (un lote), se pasteurizaron cinco lotes, a una temperatura de 60 °C, por 60 min, en un pasteurizador comercial (Dairytech, Inc., Windsor, Colorado USA ®). Después de pasteurizado, el calostro se colocó en bolsas de plástico Ziploc ® de 26,8 x 27,3 cm (dos L por bolsa) y se congeló a -20 °C. 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; para indicar que hubo falla en la transferencia de inmunidad se utilizó el valor de 5.5 g•dL^{-1} de proteína sérica. Se les ofreció alimento y agua a libre acceso a partir del primer día de vida.

Cada tratamiento constó de 25 repeticiones considerando cada becerra como una unidad experimental. El análisis estadístico de las variables se realizó mediante un análisis de varianza y la comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey, utilizando el paquete estadístico de Olivares-Sáenz (2012). Se empleó el valor de $P < 0.05$ para considerar diferencia estadística.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente estudio indican que no existió diferencia $P < 0.05$ entre grupos (figura 1), en la proteína sérica de las becerras; se observó una mayor cantidad de becerras que obtuvieron una titulación mayor en el grupo B. Los valores observados oscilan de 7.0 hasta 9.0 g•dL^{-1} de proteína sérica en ambos grupos.

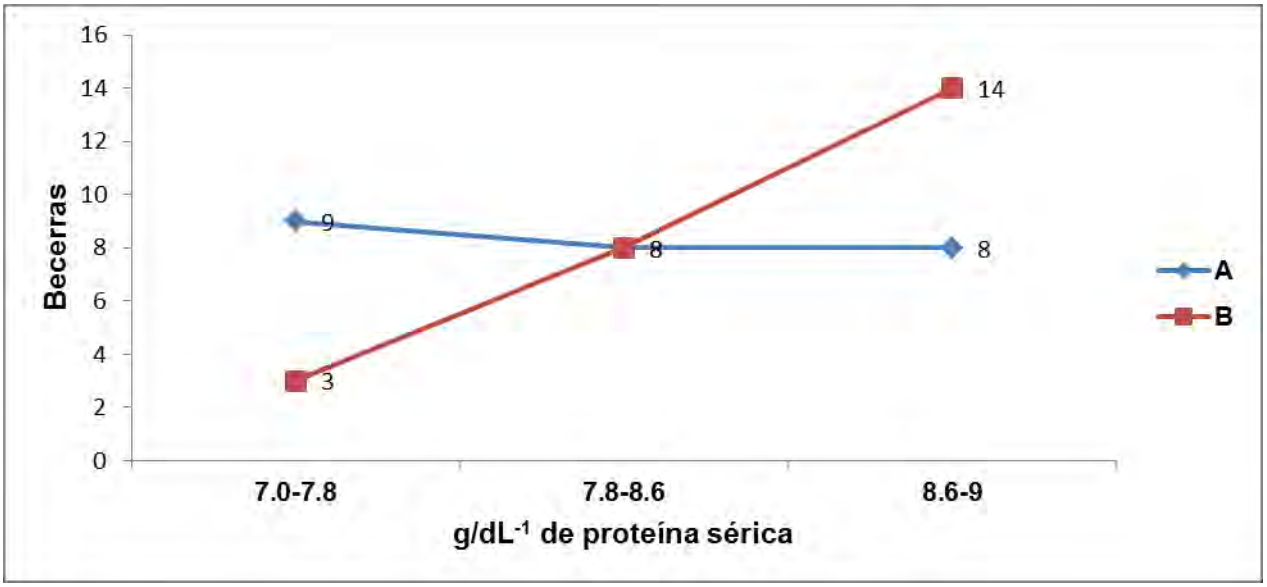


Figura 1. Distribución de la proteína sérica de becerras a las que se les administró calostro pasteurizado.

El éxito en el manejo de las becerras inicia con el primer suministro de calostro. Las becerras que reciben una adecuada cantidad de calostro, presentan altas concentraciones de inmunoglobulinas circulantes en sangre, éstas se asocian con un descenso en la morbilidad y

mortalidad por ciertas enfermedades infecciosas tales como septicemia, enteritis, diarreas, enfermedades respiratorias (Besser y Gay 1994). En un estudio donde se suministraron cuatro litros de calostro pasteurizado a las becerras, González *et al*. (2012), observaron resultados similares obtenidos a los del presente trabajo, concentración promedio de 7.71 g/dL^{-1} de proteína sérica.

El porcentaje de la falla en transferencia para ambos grupos fue 0% respectivamente. Una posible explicación para el aumento de transferencia de inmunidad pasiva y de Ig, en becerras que consumen calostro pasteurizado; es la falta de interferencia bacteriana en los receptores que son los responsables de la absorción de Ig (Elizondo-Salazar y Heinrichs 2009).

No se observó diferencia estadística $P < 0.05$ entre grupos, respecto a la densidad del calostro suministrado a las becerras (cuadro 1), en las dos tomas respectivamente.

Cuadro 1. Densidad del calostro pasteurizado suministrado a las becerras

	Densidad mg/ml	
Grupo	**Primera toma**	**Segunda toma**
A	97ª	87ª
B	98ª	84ª

Diferente literal entre columnas significa diferencia estadística $P < 0.05$

Los factores asociados con una exitosa transferencia de inmunidad en las becerras recién nacidas están relacionados con el manejo del calostro, incluyendo la concentración de Ig y el volumen suministrado, tiempo de alimentación después del nacimiento y la mínima contaminación por bacterias del calostro (Beam *et al*., 2009). La calidad del calostro está en función con la concentración de Ig; es decir, a mayor cantidad de Ig, será mayor la calidad del calostro. El calostro de alta calidad tiene una concentración de Ig > 50 $g \cdot L^{-1}$ (McGuirk y Collins 2004).

CONCLUSIONES

El proceso de pasteurización del calostro no afectó la transferencia de inmunidad pasiva en las becerras alimentadas con calostro pasteurizado, a una temperatura de 60°C por 60 min, éstas presentan una buena transferencia de inmunidad.

BIBLIOGRAFÍA

Beam, A. L., J. E. Lombard, C. A. Kopral, L. P. Garber, A. L. Winter, J. A. Hicks y J. L. Schlater. 2009. Prevalence of failure of passive transfer of immunity in newborn heifer calves and associated management practices on US dairy operations. J. Dairy Sci. 92:3973-3980

Besser, T. E. y C. C. Gay. 1994. The importance of colostrum to the health of the neonatal calf. Vet. Clin. North. Am. Food Anim. Pract. 10: 107-117.

Elizondo-Salazar, J. A y A. J. Heinrichs. 2009. Feeding heat-treated colostrum to neonatal dairy heifers: Effects on growth characteristics and blood parameters. J. Dairy Sci. 92:3265-3273.

Foley, J. A. y D. E. Otterby. 1978. Availability, storage, treatment, composition, and feeding value of surplus colostrum: a review. J Dairy Sci. 61:1033-1060.

Godden, S. M., S. Smith, J. M. Feirtag, L. R. Green, S. J. Wells y J. P. Fetrow. 2003. Effect of on-farm commercial batch pasteurization of colostrum on colostrum and serum immunoglobulin concentrations in dairy calves. J. Dairy Sci. 86:1503-1512.

Godden, S. M., S. McMartin, J. Feirtag, J. Stabel, R. Bey, S. Goyal, L. Metzger, J. Fetrow, S. Wells y H. Chester-Jones. 2006. Heat treatment of bovine colostrum. II. Effects of heating duration on pathogen viability and immunoglobulin G. J. Dairy Sci. 89:3476- 3483.

Godden, S. 2008. Colostrum management for dairy calves. Vet. Clin. Food Anim. 24:19-39.

González, A. R., H. K. Rodríguez y H. G. Núñez. 2012. Comportamiento productivo de becerras lecheras Holstein alimentadas con calostro pasteurizado. AGROFAZ. Volumen 12, 4:1-7

Haines, D. M. y S. M. Godden. 2011. *Short communication:* Improving passive transfer of immunoglobulins calves. III. Effect of artificial mothering. J. Dairy Sci. 94:1536-1539.

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.

Jamaluddin, A. A., T. E. Carpenter, D. W. Hird, y M. C. Thurmond. 1996. Economics of feeding pasteurized colostrum and pasteurized waste milk to dairy calves. J Am Vet Med Assoc. 4:751-756.

McGuirk SM, M Collins. 2004. Managing the production, storage and delivery of colostrum. Vet Clin North Am Food Anim Pract. 20(3):593-603

Olivares-Sáenz E. 2012. Paquete de diseños experimentales. FAUANL. Versión 1.1 de prueba. Facultad de Agronomía Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, N. L., México.

CONSUMO DE AGUA CLORADA EN BECERRAS LECHERAS

González Avalos Ramiro[1]*, Chaidez Martínez Miguel Ángel[2], González Avalos José[3], Peña Revuelta Blanca Patricia[4], Núñez González Lilia Esmeralda[5], Pérez Rebolloso Elizabeth[1], Macías Estrada Juan Carlos[6], Reyes Carrillo José Luis[1]

[1]UAAAN, Torreón, Coahuila, [2]Consultor privado, [3]ICAP-UAEH, [4]UAAAN, [5]CUSUR-UDG, [6]FAZ-UJED.
*jaliscorga@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El agua es esencial en muchos procesos bioquímicos en el cuerpo, juega un papel fundamental en la regulación de la temperatura del cuerpo y la presión osmótica (Davis y Drackley, 1998). Las becerras reciben agua de la leche, de otros alimentos y del agua libre. La leche o el substituto de leche no constituyen agua extra. Por consiguiente, la alimentación no deberá ser interpretada como fuente de suficiente consumo de agua. El agua también se obtiene de la oxidación de los tejidos de alimentos y del cuerpo. El requerimiento de agua los animales se ve afectada por muchos factores, incluyendo temperatura del medio ambiente y la edad, con los animales jóvenes se requiere más agua por unidad de tamaño del cuerpo que animales maduros (Maynard *et al*., 1979).

Los factores típicamente considerados en la evaluación de la calidad del agua incluyen olor y sabor, propiedades físicas y químicas, presencia de compuestos tóxicos, concentración de macro y micro minerales, además de la contaminación microbiana (Beede, 2006). Considerando que los impactos negativos de este tipo de agua, son mayores en animales jóvenes, es pertinente proveer al productor de metodologías que incrementen la calidad del agua. Al respecto, se han desarrollado diferentes tecnologías para corregir la concentración de los componentes no deseados en agua. Se destacan filtros de carbón activado, radiación ultravioleta, ozonización, destilación, intercambio catiónico-aniónico, filtros mecánicos, filtros oxidantes, osmosis inversa y cloración entre otros. Sin embargo, ninguno de los sistemas existentes elimina totalmente la concentración de los componentes no deseados en el agua (Beede, 2005).

El suministro de agua de calidad adecuada, con características fisicoquímicas y microbiológicas idóneas es esencial para la salud óptima del ganado y por consiguiente, indispensable para optimizar la producción (McDonald *et al.,* 2002).Una herramienta útil para elevar la calidad del agua es la utilización de cloro; este es el desinfectante más comúnmente usado, es económico y efectivo a bajas concentraciones (LeJeune *et al*., 2001). Por lo antes expuesto, el objetivo del

presente estudio fue evaluar el consumo de agua clorada, en becerras lecheras Holstein Friesian.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó, del 05 de agosto del 2012 al 10 de octubre del 2012, 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 consumo de agua clorada; se seleccionaron 40 becerras 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 quedaron como sigue: A: agua con 5 ppm de cloro, B: agua sin cloro. En ambos tratamientos, se les proporcionó durante tres días calostro y a partir del cuarto día de edad fueron alimentadas con un sustituto lácteo, consistente en 20% de PC, 20% de grasa, fibra 0.2 %, humedad 6.0%, cenizas 8.0 %, oxitetraciclina 240 g/t, neomicina 173 g/t; hasta el día 45 de vida; para el tratamiento A el sustituto fue reconstituido utilizando agua clorada.

Cada tratamiento constó de 20 repeticiones considerando cada becerra como una unidad experimental. Se les ofreció alimento y agua a libre acceso a partir del primer día de vida. La variable que se midió fue: consumo de agua. El análisis estadístico de la variable se realizó mediante un análisis de varianza y la comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey, utilizando el paquete estadístico de Olivares-Sáenz (2012). Se empleó el valor de $P < 0.05$ para considerar diferencia estadística.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En relación a los resultados obtenidos en el consumo de agua en las becerras Holstein (cuadro 1), se observa una diferencia $P < 0.05$ a favor de las becerras que consumieron agua clorada.

Cuadro 1. Consumo de agua de becerras Holstein Friesian.

Consumo total/litros	**Tratamiento A**	**Tratamiento B**
Promedio	219.55[a]	106.78[b]
Máxima	381.09	259.40
Mínima	116.75	106.00
Consumo diario/litros		
Promedio	5.22[a]	4.44[b]
Máxima	9.07	6.17
Mínima	2.78	2.52

Diferente literal entre columnas significa diferencia estadística P < 0.05

Tanto en el promedio del consumo total, como en el consumo promedio, se observa esta diferencia. Ventura (2006), observa un incremento en el consumo de agua tratada con osmosis inversa vs agua de pozo, este tratamiento se realiza para mejorar la calidad del agua. Generalmente las aguas que se suministran en ganadería, además de no estar libres de agentes infectantes, como bacterias, suelen contener sólidos en suspensión, dureza elevada y pH no adecuados, por lo que antes de aplicar los desinfectantes resulta imprescindible condicionar el agua. Estos pre-tratamientos suelen ser: filtración, floculación, osmosis inversa, descalcificación, regulación del pH (Llena, 2011).

Respecto al consumo diario de agua (figura1) se observa un mayor consumo en el tratamiento de agua clorada, el cual persiste a lo largo del experimento. Adams y Sharpe (1995), observaron consumos de agua en crías de un mes de vida de 4.92 a 7.57 litros y en animales de dos meses, consumos de 5.67 a 9.08 L.

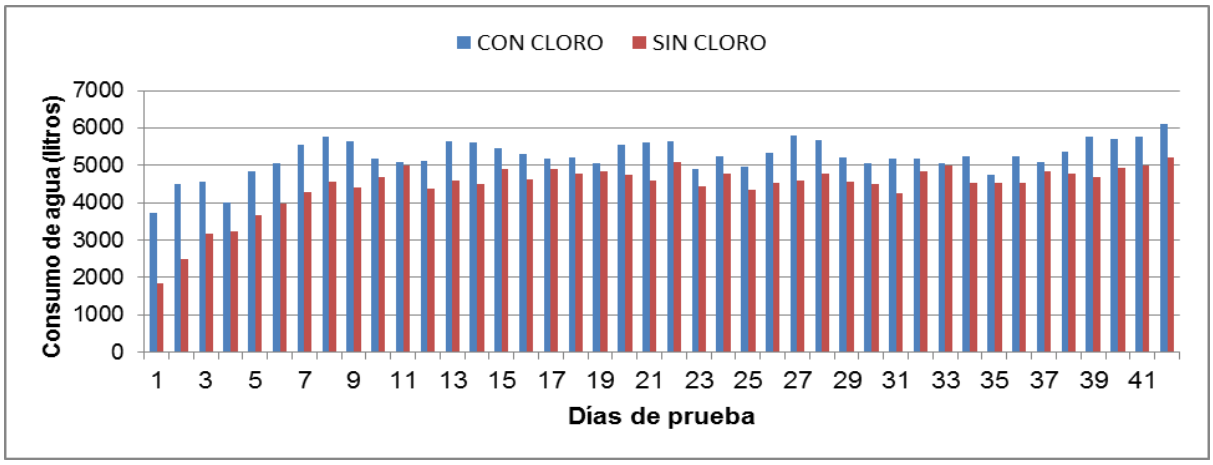


Figura 1. Consumo diario de agua observado durante el experimento.

Cabe señalar que en el presente experimento se midió el consumo del agua hasta el día 45 de vida, que es cuando se realizó el destete. Quigley (2001), observó consumos de agua entre 0 y 11 L con un consumo medio diario de 2.5 L. en becerros. En un estudio donde se utilizó saborizantes en el agua, Thomas *et al*. (2007), observaron consumos de agua que oscilan desde 0.92 a 1.09 L en el consumo medio de agua. Existe un gran número de factores que afectan al consumo de agua, los dos más importantes son la temperatura ambiente y el consumo del concentrado iniciador. El consumo del iniciador normalmente se ve afectado por la disponibilidad de agua y viceversa.

Las temperaturas máximas y mínimas diarias tienen un efecto significativo sobre el consumo del agua; observamos las temperaturas ambientales máximas y mínimas diarias registradas (figura 1). La temperatura máxima osciló entre los 22 y los 37 ºC, y la mínima entre 11 y 23 ºC. Por lo tanto, los animales estuvieron varios días en un rango neutral de temperatura, aunque podemos considerar que en la mayoría del tiempo que duró el experimento se encontraron en una situación de estrés por calor. Waldner y Looper, (2007) estimaron los requerimientos de agua de becerras en desarrollo con aproximadamente 90 kg de peso, a temperatura de 4.4, 15.5 y 26.6 °C sus requerimientos fueron de 7.57, 9.08 y 12.49 L respectivamente.

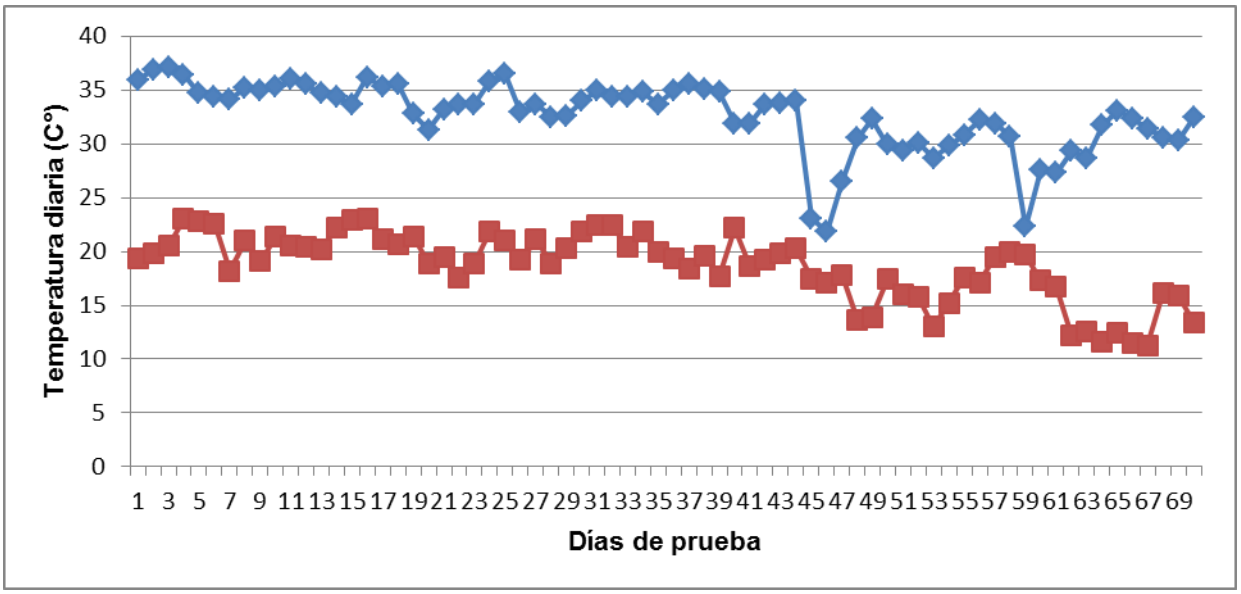


Figura 2. Temperaturas máximas y mínimas medias diarias durante el experimento

El agua es un factor crítico en la producción de becerras, pero se requiere más investigación para poder comprender el impacto que tiene el proporcionar agua de calidad a las crías sobre el

crecimiento y desarrollo de las mismas; el agua de bebida es uno de los nutrientes más importantes y probablemente, el menos considerado de la dieta de los animales.

CONCLUSIONES

Respecto a los resultados obtenidos en el presente experimento, se concluye que el suministro de agua clorada a las becerras lecheras, favorece un mayor consumo de la misma.

BIBLIOGRAFÍA

Adams, S. R. y E. W. Sharpe. 1995. Water intake and quality for dairy cattle. Penn State. College of Agricultural Sciences. DAS 95-8 [en línea]. <http://www.das.psu.edu./teamdairy/> [Consulta: 23 de marzo de 2013]

Beede, D. K. 2006. Evaluation of Water Quality and Nutrition for Dairy Cattle. High Plains Dairy Conference. Albuquerque, NM. USA. Pp.1-26

Beede, K. D. 2005. Assessment of Water Quality and Nutrition for Dairy Cattle. Mid-South Ruminant Nutrition Conference. Arlington, Texas, USA. pp.1-20.

Davis, C. L., y J. K. Drackley. 1998. The Development, Nutrition, and Management of the Young Calf. 1st ed. Iowa State Univ. Press, Ames.

Drackley, J. K. 2005. Early growth effects on subsequent health and performance of dairy heifers. pp. 213-235 in Calf and Heifer Rearing. P. C. Garnsworthy, ed. Nottingham Univ. Press, Nottingham, UK.

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.

LeJeune, T. J., E. T. Besser, N. L. Merill, D. H. Rice y D. D. Hancock. 2001. Livestock drinking water microbiology and the factors influencing the quality of drinking water offered to cattle. J. Dairy Sci. 84:1856-1862.

Llena, J. M^{a}. 2011. La calidad del agua y sus usos diferentes en ganadería. Selecciones Avícolas. pp. 31-35.

Maynard, L. A., J. K. Loosli, H. F. Hintz, y R. G. Warner. 1979. Animal Nutrition. 7th ed. Tata McGraw-Hill Publ. Co. Ltd. New Delhi, India.

McDonald, P., H. R. Edwards y D. F. J. Greenhalgh. 2002. Nutrition animal. 6ª Edicion. Prentice-Hall. Edinburgh, England.

Olivares-Sáenz E. 2012. Paquete de diseños experimentales. FAUANL. Versión 1.1 de prueba. Facultad de Agronomía Universidad Autonoma de Nuevo León. Marín, N. L., Mexico.

Quigley J. 2001. Calf Note #77 Métodos de suministro de agua [en línea]. <http://www.calfnotes.com> [Consulta: 23 de febrero de 2013]

Ventura, R. J. 2006. Calidad del agua en crianza de becerros Holstein. Tesis. Facultad de Zootecnia. Chihuahua, Chih., México

Waldner, N. D y M. L. Looper. 2007. Water for Dairy Cattle. Oklahoma State University. 4275-4 [en línea]. <http://pods.dasnr.okstate.edu/docushare/dsweb/Get/Version-7189/ANSI-4275web.pdf> [Consulta: 28 de mayo de 2013]

CRECIMIENTO DE BECERRAS LECHERAS ALIMENTADAS CON SUSTITUTOS DE LECHE CON DIFERENTE CANTIDAD DE PROTEÍNA

González Avalos Ramiro[1]*, González Avalos José[2], Peña Revuelta Blanca Patricia[3], Núñez González Lilia Esmeralda[4], Pérez Rebolloso Elizabeth[1], Macías Estrada Juan Carlos[5], Reyes Carrillo José Luis[1]

[1]UAAAN, Torreón, Coahuila, [2]ICAP-UAEH, [3]UAAAN, [4]CUSUR-UDG, [5]FAZ-UJED.
*jaliscorga@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Los animales jóvenes representan uno de los mayores problemas en las explotaciones comerciales, puesto que, es en este momento cuando se deben sentar las bases para un correcto crecimiento y es, a su vez, cuando más delicados son todos los animales en general (Bacha, 1997). La becerra recién nacida debe ser alimentada con nutrientes altamente digestibles, que contengan niveles adecuados de proteína de alta calidad, energía, vitaminas y minerales. La alimentación en la vida temprana de la becerra, puede afectar no solo el desempeño y la supervivencia durante el tiempo de la alimentación líquida, sino también, la producción futura de leche una vez que esta alcanza su edad adulta (Soberon *et al*., 2012).

La leche entera tiene mejor calidad de proteína; la de los sustitutos de leche suele ser menor (Huber y Campos, 1982), sin embargo, debido a que la proteína de la leche es cara; con frecuencia se utilizan fuentes alternativas de proteína en los sustitutos de leche. Las proteínas de la leche pueden ser reemplazadas por una variedad de proteínas de origen no lácteo tales como soya, trigo, huevo, plasma de sangre y papa. Estas proteínas no lácteas son menos caras que las proteínas de la leche, pero es importante entender que ellas no equivalen a las proteínas de la leche (Coleen y Heinrichs, 2007).

Los ingredientes y los niveles de nutrientes varían grandemente entre productos, las recomendaciones generales de proteína cruda para los sustitutos lácteos son de 20 a 28%, los niveles más comunes usados para producirlos son de 20 a 22% de proteína cruda, los niveles de grasa cruda pueden tener un rango de 10 a 22%, con 15 a 20% los más comunes (Heinrichs y Coleen, 2002).

Para que un sustituto lácteo sea considerado de buena calidad, debe satisfacer todas las necesidades nutricionales del ternero, es decir, aportar proteínas, energía, vitaminas y minerales para cubrir los requerimientos de mantenimiento y crecimiento que tiene el animal. Como el sustituto es el único alimento que consume el animal en las primeras semanas de vida,

la formulación debe ser lo más similar posible a la leche, incorporando cantidades suficientes de nutrientes para lograr un buen desarrollo (Garzón, 2007).

Por lo antes expuesto, el objetivo del presente estudio, fue evaluar el efecto de dos sustitutos de leche, con diferente nivel de proteína, sobre el crecimiento de becerras lecheras Holstein Friesian.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó, del 06 de abril de 2012 al 30 de junio de 2012, en un establo del municipio de Tlahualilo en el Estado de Durango; éste se encuentra localizado en la región semi-desértica del norte de México a una altura entre 1000 y 2100 msnm, entre los paralelos 25° 49' y 26° 46' de latitud norte; los meridianos 103° 15'y 104° 03' de longitud oeste (INEGI, 2009).

Para observar el efecto del crecimiento en las becerras, se seleccionaron 100 becerras 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 quedaron como sigue: tratamiento 1 (T1): sustituto lácteo A y tratamiento 2 (T2): sustituto lácteo B, las características nutricionales de ambos sustitutos se muestran en el (cuadro1). En ambos tratamientos, se les proporciono durante dos días calostro y a partir del tercer día de edad fueron alimentadas con los sustitutos lácteos hasta el día 68 de vida.

Cuadro 1. Composición nutrimental de los sustitutos utilizados en la alimentación de las becerras Holstein Friesian.

Elementos nutrimentales	Sustituto A	Sustituto B
Proteína	Mínimo 20%	Mínimo 22.5%
Grasa	Mínimo 20%	Mínimo 18%
Fibra	Máximo 0.15%	Máximo 0.15%
Cenizas	8.0%	9.0%
Humedad	Máximo 6.0%	Máximo 6.0%
Lactosa	*	*
E.L.N	46.8%	*
Vitamina A	Mínimo 50,000 U.I/kg	Mínimo 44,000 U.I/kg
Vitamina D3	Mínimo 6,000 U.I/kg.	Mínimo 11,000 U.I/kg
Vitamina E	Mínimo 450 U.I/kg.	Mínimo 44,000 U.I/kg
Oxitetraciclina	162 mg/kg.	200 mg/kg
Sulfato de Neomicina	124 mg/kg.	*

* No se encuentran especificados en la ficha técnica del producto

Para ambos tratamientos, cada litro de sustituto lácteo, fue preparado con 125 g de sustituto en polvo mezclado con 875 ml de agua caliente, la mezcla fue completamente homogeneizada y ofrecida a 39 °C. Las becerras en ambos tratamientos, recibieron el sustituto de leche de la siguiente manera: una toma una en la mañana (07:00 h), de cuatro litros, hasta el destete. El agua estuvo disponible a libre acceso a partir del segundo día de edad. Finalmente, se ofreció alimento iniciador (22% PC) a libre acceso a partir del tercer día de edad.

Las variables que se consideraron fueron: peso y altura a la cruz; al nacimiento y destete; además, además se estimaron las variables ganancia de peso total y ganancia diaria de peso. La ganancia de peso total se obtuvo de la diferencia entre peso al destete menos peso al nacimiento, la ganancia diaria de peso se calculó mediante la división de la ganancia de peso total entre el número de días en lactancia.

El análisis estadístico de las variables se realizó mediante un análisis de varianza y la comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey, utilizando el paquete estadístico de Olivares-Sáenz (2012). Se empleó el valor de $P<0.05$ para considerar diferencia estadística.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente experimento (cuadro 2), en relación a la altura de la cruz de las crías al nacimiento y destete no hubo diferencia estadística significativa ($P>0.05$) entre tratamientos.

Cuadro 2. Parámetros de crecimiento evaluados en becerras Holstein Friesian, alimentadas con dos sustitutos.

Variable	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Significancia
Peso al nacimiento (Kg)	38.10^a	40.06^b	(P<0.05)
Peso al destete (kg)	65.61^a	61.98^b	(P<0.05)
Altura a la cruz al nacimiento (cm)	73.20^a	73.90^a	(P>0.05)
Altura a la cruz al destete (cm)	85.39^a	84.72^a	(P>0.05
Ganancia de peso total (kg)	27.50^a	21.92^b	(P<0.05)
Ganancia diaria de peso (kg)	0.405^a	0.322^b	(P<0.05)

En relación a peso al nacimiento y destete hubo diferencias estadísticas significativas ($P<0.05$) entre tratamientos, en el T1 se observo menor peso al nacimiento, pero al momento del destete

fue el que presentó una ganancia de peso mayor; caso contrario a lo observado en el T2, el cual presentó un mayor peso al nacimiento y al momento del destete fue menor, en comparación que T1. La ganancia de peso al destete es similar a la observada por González *et al*. (2011) en un estudio donde se compararon sustitutos con diferente cantidad de proteína 20% y 22%; los pesos fueron 68.75 y 63 respectivamente.

Con respecto a la ganancia de peso total y a la diaria de peso, se observaron diferencias estadísticas significativas ($P<0.05$) entre los grupos evaluados siendo mayor el peso de las becerras del T1. Resultados similares fueron observados por Hill *et al*. (2009), en becerras alimentadas con sustituto de leche conteniendo 20% de grasa y 26% de proteína. Al contrario de lo esperado, la eficiencia de las becerras del T1, fue mayor a las del T2. Así mismo, al comparar la ganancia diaria de peso de las becerras del T2, con la de las becerras de un estudio en el que ofrecieron un sustituto de calidad similar al sustituto B empleado en el presente estudio, la ganancia diaria de peso de las becerras del T2, fue menor que la observada (537 g/d; Drackley *et al*., 2007). González *et al*. (2011), observaron ganancias diarias menores a las encontradas en el presente experimento .405 y .322 g/d en becerras alimentadas con sustitutos con 20% y 22% de proteína respectivamente.

Ahora bien, analizando la razón de los resultados, podría ser que la calidad de la proteína del sustituto A sea superior, ésta es sólo una teoría, ya que en este estudio no se realizó un análisis nutrimental de cada sustituto. Al respecto, el contenido ideal de fibra cruda en un sustituto lácteo es de 0.15%, ya que indica la cantidad relativa de proteína de origen vegetal (USDA, 2007), sin embargo, cumplir con dicho requerimiento, no asegura que ésta proteína sea digestible (Quigley III, 1997), pudiendo afectar el desempeño de las becerras.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de esta evaluación, los animales que recibieron la alimentación con el sustituto con menor cantidad de proteína mostraron ventajas en crecimiento. Se recomienda tomar en cuenta la calidad y cantidad de los ingredientes que integran el sustituto (grasa, vitaminas, minerales, antibióticos), que podrían impactar más que la diferencia que existe en la cantidad de proteína entre los sustitutos.

BIBLIOGRAFÍA

Bacha, F. 1997. Nutrición del ternero neonato. XV Curso de Especialización. Avances en Nutrición y Alimentación Animal. Madrid, España.

Coleen, J. y J. Heinrichs. 2007. Milk Replacer Costs and Your Options: Why Are Prices Skyrocketing? and What Can You Do? DAS 07-116. Peen State. College of Agricultural Sciences, Cooperative Extension. Pennsylvania State University.

Drackley, J. K., B. C. Pollard, H. M. Dann, y J. A. Stamey. 2007. First-lactation milk production for cows fed control or intensified milk replacer programs as calves. J. Dairy Sci. 90(Suppl. 1):614 (Abstr.).

Garzón Q. B. 2007. Sustitutos lecheros en la alimentación de terneros. REDVET. Revista electrónica de Veterinaria 1695-7504. Volumen VIII Número 5.

González, A. R., A. J. González, H. K. Rodríguez, R. B. P. Peña y G. L. E. Núñez. 2011. Desarrollo productivo de becerras Holstein lactantes alimentadas con dos sustitutos de leche II. XXIII Semana Internacional de Agronomía. Gómez Palacio, Durango.

Heinrichs, A. J. y Coleen, M. J. 2002. Feeding the newborn dairy calf. Special Circular 311. Peen State. College of Agricultural Sciences, Cooperative Extension. Pennsylvania State University.

Hill, T. M., H. G. Bateman II, J. M. Aldrich, y R. L. Schlotterbeck. 2009. Effects of fat concentration of a high-protein milk replacer on calf performance. J. Dairy Sci. 92:5147-5153.

Huber, J. T. y O. F. Campos. 1982. Enzymatic hydrolysate of fish, spray-dried fish soluble, and soybean protein concentrate in milk replacers for calves. J. Dairy Sci. 65:2351-2356.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Tlahualilo, Durango. Clave geoestadística 10036.

Olivares-Sáenz E. 2012. Paquete de diseños experimentales. FAUANL. Versión 1.1 de prueba. Facultad de Agronomía Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, N. L., México.

Quigley III, JD. 1997. Replacement heifers from birth to weaning. Western Dairy Management Conference. March 13-15, Las Vegas, Nevada, USA. pp. 23-34.

USDA. United States Department of Agriculture.Dairy 2007. Part I: Reference of dairy cattle health and management practices in the United States, 2007. USDA-APHIS-VS, CEAH. Fort Collins, CO. [en línea]. <http://nahms.aphis.usda.gov/dairy/dairy07/Dairy07_is_PartI_Hghlights.pdf. > [Consulta: 12 de enero de 2013]

Soberon, F., E. Raffrenato, R. W. Everett y M. E. Van Amburgh. 2012. Preweaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. J. Dairy Sci. 95:783-793.

SEGUIMIENTO DE TRAYECTORIAS ESCOLARES DE LOS TÉCNICOS AGROPECUARIOS EN COAHUILA, CICLO ESCOLAR 2008-2011

Reyes Palacios R., reyes.ramon_61@hotmail.com; Avalos Marines A., Urbina Alba M. I., Reyes Urbina A. I.

Docentes de la Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria en el Estado de Coahuila

INTRODUCCIÓN

Este trabajo pretende analizar la manera en que los alumnos transitan por su bachillerato en los planteles de la DGETA en Coahuila. Son muy pocos los estudios de trayectorias que se realizan en bachillerato por eso es importante saber ¿Cómo llegan ahí; como permanecen; cuáles son y cuando se presentan los principales puntos críticos que determinan su estancia en los planteles? Son los principales mitos que pretendimos aclarar. Conocer a los estudiantes y su accionar en el plantel es muy importante e implica varias formas para lograrlo, este es un primer acercamiento de tipo exploratorio y pretende familiarizarse aún más con este fenómeno relativamente desconocido. Fue un estudio de trayectorias escolares de alumnos que estudiaron el bachillerato con la especialidad de técnico agropecuario en los planteles de la DGETA en Coahuila en el cohorte 2008. El análisis comprende los aspectos continuidad, rendimiento y eficiencia terminal. Los objetivos particulares fueron: conocer las escuelas de procedencia y promedios escolares de los estudiantes; conocer los promedios escolares de los estudiantes durante los seis semestres y determinar cuál grupo (técnicas, generales o telesecundarias) tuvo mejor desempeño; comparar los promedios iniciales y subsiguientes agrupando a los alumnos por escuela de egreso; contrastar los promedios obtenidos por los alumnos en la secundaria con los del bachillerato; cual es el semestre y las materias con mayor reprobación e identificar las estrategias de arraigo más eficientes; identificar la reducción de la cohorte semestre por semestre; establecer la eficiencia terminal en el Estado, por plantel de bachillerato y por tipo de secundaria de procedencia; agrupar a los alumnos por edad en el momento de su ingreso e identificar su eficiencia terminal. Las fuentes de información fueron registros escolares, se aplicó una encuesta para obtener información complementaria, se usaron herramientas estadísticas como en ANDEVA y la Chi cuadrada y la r de Pearson, para establecer diferencias y correlaciones entre medias. Se determinó que no existen diferencias entre los promedios de las diferentes escuelas al ingreso a la DGETA; no existen diferencias entre tipos de secundaria en relación a la permanencia en los planteles; las calificaciones de los alumnos cuando salen de secundaria no son predictivas para el bachillerato.

MATERIALES Y METODOS

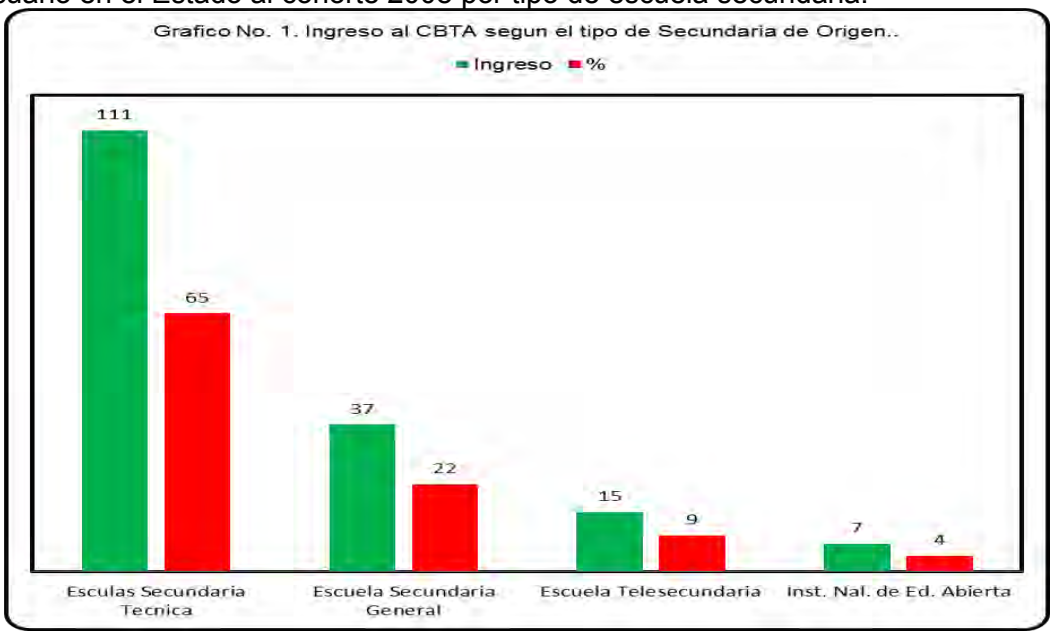
Se efectuó un estudio de cohorte, la trayectoria analizada comprende la dimensión continuidad, rendimiento y eficiencia escolar. Fue un estudio de cohorte de ingreso en 2008, fue observacional y longitudinal, finalmente por el tipo de análisis de los datos fue analítico. Se realizó en los planteles que tienen egresados de la carrera de técnico agropecuario, estos fueron: CBTA No. 1 de la Partida, CBTA No. 21 de Parras de la Fuente, CBTA No. 22 de Cuatrocienegas y CBTA No. 206 de Manantial. Se consideró a todos los alumnos que se inscribieron a primer semestre que fueron reduciéndose en número hasta terminar el sexto semestre. La fuente de información fueron los registros escolares de los planteles considerados, se aplicó una encuesta para obtener información complementaria a los alumnos que terminaron la carrera. Se utilizaron herramientas estadísticas como el ANDEVA, La Chi Cuadrada, y la Correlación (r de Pearson) para establecer diferencias y correlaciones entre medias, cuando la operacionalizacion de las variables o indicadores fue a escala nominal se interpretó como tasa o relación porcentual.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A pesar de que en el radio de acción y en tres de los cuatro casos tenemos Escuelas Secundarias Generales, el 65% de los alumnos considerados en el estudio procedía de Escuelas Secundarias Técnicas, y el 22% de Secundarias Generales. Los promedios de los alumnos al egresar de la secundaria eran de 8.1 para los de Técnicas; 8.0 para los de Generales; 7.6 para Telesecundarias y 7.8 para los de INEA. Según ANDEVA no existen diferencias significativas entre los promedios de los alumnos de los diferentes tipos de secundaria al momento de su ingreso al bachillerato. Durante los seis semestres que estudiaron no hubo diferencias significativas en los promedios (ANDEVA) entre los alumnos de diferentes tipos de secundaria. Al finalizar el bachillerato los egresados de Secundarias Técnicas tenían 8.1, los de las Generales 8.1, los de Telesecundarias 8.0 y los del IEE 7.9. Se detectó que en el primer semestre se pierde el 29% de los alumnos, de ellos el 27% procede de Secundarias Generales, de manera paralela el 27% de los alumnos llegan a la opción extraordinaria en el primer semestre, el porcentaje baja gradualmente conforme pasan los semestres, hasta llegar a 2% en el sexto semestre. Las materias que más se reprueban son Ingles, Química y Algebra del primer semestre. Considerando lo anterior (Robles, 2007) menciona que en la educación de bachillerato tecnológico se dan índices de reprobación muy altos en Matemáticas y propone para reducirlos, detectarlos a tiempo y atacarlos de manera colegiada. Desde la perspectiva de los docentes se debe a la deficiente formación previa, a los altos grados de pobreza y a la

disfuncionalidad de sus hogares, estos comentarios son acordes a lo planteado por (Duron, 1999) menciona como factores que influyen en la reprobación la desnutrición, la calidad de su educación previa y la falta de calidad en el trabajo de los maestros. La eficiencia terminal de la carrera de técnicos agropecuarios en Coahuila cohorte 2008 fue de 49.4%. Las causas principales de la deserción de los alumnos fueron problemas familiares, económicos y en tercer lugar la reprobación. Los planteles con mayor eficiencia fueron CBTA No. 22 y CBTA No. 206 con 60%, la prueba chi cuadrada demostró que no hay diferencias significativas en la eficiencia terminal de los cuatro planteles analizados. Estadísticas de la SEP del 2011 muestran que la eficiencia terminal para los planteles de Educación Media Superior en Coahuila fue de 60.7% la cual es baja respecto a la media nacional y muy baja respecto a otros Estados como Jalisco con 75%. Por otra parte el 75% de los alumnos que ingresaron en esa cohorte tenía 15 años, el rango de variación fue de 14-21 años. Según la prueba de Chi cuadrada no existen variaciones entre las edades de los jóvenes en relación a la eficiencia terminal de los planteles educativos.

Fig. 1. Muestra la cantidad de alumnos y el porcentaje que ingreso a la carrera de técnico agropecuario en el Estado al cohorte 2008 por tipo de escuela secundaria.



Cuadro 1. Planteles y alumnos considerados

Cuadro 1. Alumnos seleccionados		
CBTa 1	La Partida Torreón Coah.	37
CBTa 21	Parras de la Fuente Coah.	38
CBTa 22	Cuatrocienegas Coah.	42
CBTa 206	Manantial Coah.	53

CONCLUSIONES

Los alumnos llegan al plantel con promedios de 8.0; los planteles de la DGETA son en la mayoría de los casos la primera opción de ingreso. No existen diferencias de aprovechamiento académico entre los alumnos egresados de las Escuelas Secundarias Técnicas, Generales, Telesecundarias y el IEE. Los semestres con mayor reprobación son los dos primeros, las principales causas son problemas familiares y económicos que tienen los alumnos y como tercera causa la reprobación. Los promedios que traen los alumnos de la secundaria en lo general no son determinantes de su trayectoria en el bachillerato. El problema de la eficiencia terminal es grave, en el caso de la DGETA en Coahuila para esa cohorte y carrera fue por debajo del que tiene la educación media superior en el Estado y vaya que Coahuila con 61% está por debajo de la media nacional, muy por abajo de Estados como Jalisco que tiene 75%.

BIBLIOGRAFÍA

ANUIES. 2007. Retención y Deserción en un grupo de universidades mexicanas de educación superior. Colección Biblioteca de Educación Superior. Impreso en México.

Departamento de Servicios Escolares de los CBTAs 1, 21, 22, 206 de Ejido La Partida, Parras de la Fuente, Cuatrocienegas y Manantial Coahuila. Oficina de Control Escolar. Ciclo escolar 2008-2011.

Durón, T. L. 1999. Actividades de estudio: análisis predictivo a partir de la interacción familiar y escolar de estudiantes de nivel superior. Documento de trabajo, Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México.

Robles Rivera, R. & Martínez Licona, J. F. (2007). La reprobación de Matemáticas desde la perspectiva del alumno, el docente y la academia. Psicología y Educación, 1(1), 97-10.

APLICACIÓN DE FERTILIZANTES Y MEJORADORES PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN DE GRANO DE SORGO

Ortega MJ [1], Ortiz CFE[2*], Espinosa RM[2]

[1]Patronato para la investigación, Fomento y Sanidad Vegetal, [2]CIRNE-CERIB, INIFAP
ortiz.flor@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El sorgo es el quinto cereal más importante del mundo y se debe a que es el principal ingrediente en la formulación de alimentos balanceados, con el 50% de la composición total, destinados a la producción pecuaria. En México, el sorgo ocupa el segundo lugar en la producción de grano después de maíz, con una superficie cultivada de 1.8 millones de hectáreas y una producción de 5.8 millones de toneladas; el estado de Tamaulipas es considerado como el principal productor de sorgo, con un volumen de 2.2 millones de toneladas, donde el sorgo de grano es el principal cultivo en la entidad con un rendimiento promedio de 4.7 t ha^{-1} (SIAP 2013), la rentabilidad en años malos es crítica, por lo que se requiere implementar estrategias sustentables y efectivas que ayuden a mejorar la producción y rentabilidad del sorgo en esta región. En condiciones de riego principalmente la mayoría de los productores por lo general no toman en cuenta la fertilidad inicial del suelo, por lo que es común que apliquen cantidades excesivas de fertilizantes químicos, en particular el Nitrógeno, además de incrementar los costos de producción, puede ser una fuente de contaminación a los mantos acuíferos. Es por ello que en el presente trabajo se planteó la aplicación de diferentes fuentes de fertilización, tanto orgánica (Abonos) como inorgánica (Urea y MAP), solos y con la mezcla de un mejorador de suelo: Yeso, para ver el efecto de ellos en el suelo y su relación en cuanto a la producción de grano de sorgo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el INIFAP- Campo experimental Río Bravo, ubicado en el Km 61 de la carretera Matamoros-Reynosa, localizado geográficamente a 25° 57´ 54´´ LN y 98°01´03´´ LO (Silvia et al., 2007). El experimento se estableció en febrero del 2013, mediante un ensayo en bloques al azar con tres repeticiones, dividiendo la superficie total de 1 Ha en cada una de las unidades experimentales, utilizando el híbrido 83G19 de Pioneer; la siembra se realizó con una sembradora de precisión. Se midió el pH de suelo al inicio y final del experimento, La fertilidad del suelo al final en cada una de las unidades experimentales, mediante los parámetros de:

Textura, contenido de nitrógeno disponible, fósforo asimilable, potasio extraíble, 5 de materia orgánica. También se evaluaron los parámetros de: altura de planta, largo de la panoja, ancho de la panoja, excerción de la panoja. Los tratamientos fueron: 1) Fertilización Química (FQ) + Abonos orgánicos (AO), 2) Fertilización química; 3) Testigo (T) (sin fertilizar ni abonar); 4) Sulfato de calcio (yeso = 500 kg-ha^{-1}) (SC) como mejorador de suelo, 5) Yeso (Y) + FQ; 6) Yeso + FQ + AO. La fertilización química fue de 120-40-0 a base de urea y MAP y el abono orgánico de estiércol de ovino de 2 ton ha $^{-1}$. Durante la fase de establecimiento se aplicaron tres riegos con una lámina de 20 cm, a intervalos de 20 días. Se evaluó el índice de clorofila en cuatro diferentes fechas a lo largo del período de estudio. Al finalizar el trabajo se evaluaron los siguientes parámetros: altura de planta, largo de panoja, ancho de la panoja, excerción de la panoja, índice de clorofila y rendimiento en una superficie de 5 m lineales tomando dos surcos en medio de cada área correspondiente a cada tratamiento estudiado.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados en rendimiento mostraron diferencias ($p<0.05$) entre tratamientos en el rendimiento (Cuadro 1); siendo el tratamiento de yeso + fertilización química el que manifestó mayor rendimiento (6.06 t ha^{-1}); ya que al aplicar mejoradores de suelo, en éste caso el yeso se regula y control el grado de acidez haciendo que los nutrientes estén más disponibles para el cultivo (Londoño 2000) con 26% más que el tratamiento testigo (4.46 t ha^{-1}), le sigue el tratamiento de sulfato de calcio (5.58t ha^{-1}), superando al testigo en un 20%, esto podría deberse a que al aplicar el mejorador (yeso) la reacción del sulfato reduce el valor del pH de 8.20 a 8.08 y libera calcio lo que mejora la disponibilidad de elementos en el suelo como P y Fe y favorece el rendimiento del cultivo. Así mismo el índice de clorofila medido con SPAD 500® siempre fue mayor (7%) respecto al testigo en los tratamientos combinados de fertilización química y sulfato de calcio (yeso) (Fig. 1), observándose una variación en éste índice debido a la absorción de nutrientes por parte del cultivo y al efecto de cada uno de los factores estudiados. Esto es debido a que los fertilizantes inorgánicos proveen de nutrientes más fácilmente a las plantas, y los orgánicos en forma gradual al aumentar la capacidad de intercambio catiónica aumentan los nutrientes absorbidos y reducen los que se pierden por lixiviación (Cubero y Vieira, 1999).

Los resultados de: altura de planta, longitud de la panoja, excerción de la panoja, ancho de la panoja e índice de clorofila se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 1. Rendimiento obtenido para cada tratamiento estudiado.

Tratamiento	Rendimiento	
Testigo	4.46	b
Yeso+Fertilización Química	6.06	a
Yeso	5.58	a
Fertilización química	5.25	ab
Yeso+Fertilización química+Abonos Orgánicos	5.12	ab
Fertilización Química+Abonos orgánicos	4.69	B

Cuadro 2. Valores de índice de clorofila (ic), altura de planta(Ap), ancho de la panoja (ap), longitud de la panoja (lp), excerción de la panoja (ep), para cada tratamiento estudiado.

Tratamiento	Ap (cm)	Ic (unidades SPAD)	ap (cm)	Lp (cm)	ep (cm)
T	127.41 b	38.62 b	11.41 a	29.16 a	23.58 a
Yeso+fertilización química	131.00 ab	51.77 a	8.00 a	28.00 a	24.00 a
Yeso	138.67 a	41.13 ab	10.33 a	27.33 a	30.00 a
Fertilización química	124.33 b	41.73 ab	11.67 a	29.00 a	25.83 a
Yeso+Fertilización química+Abonos Orgánicos	127.33 b	46.26 ab	8.67 a	28.00 a	25.67 a
Fertilización Química+Abonos orgánicos	127.58 b	46.76 ab	9.83 a	28.53 a	23.50 a

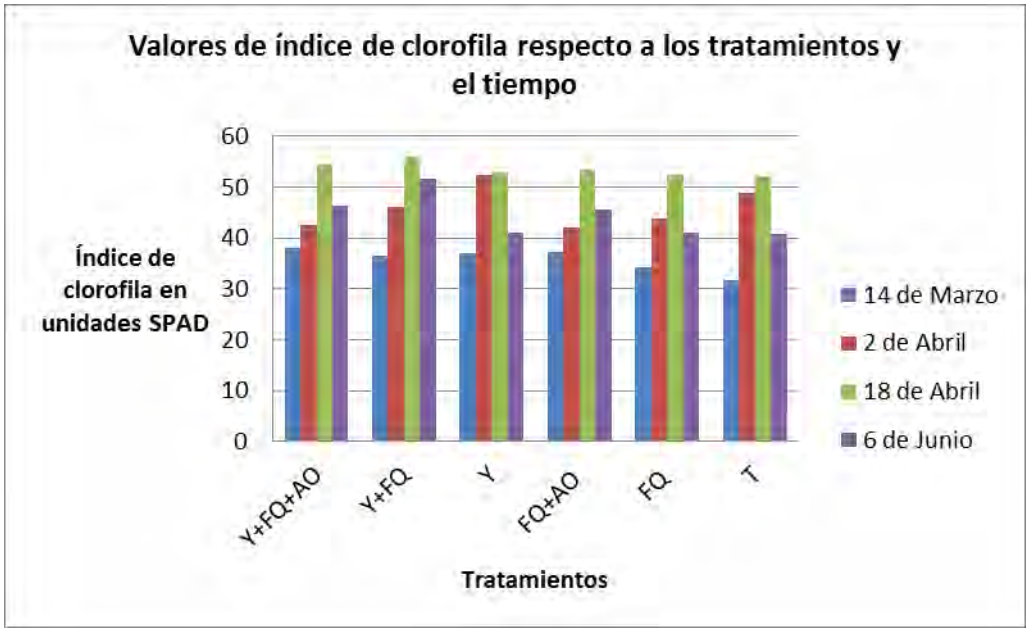


Fig. 1 Valores del índice de clorofila respecto a cada tratamiento y su cambio con el tiempo

CONCLUSIONES

La aplicación de yeso como mejorador del suelo además de la fertilización química reduce ligeramente el pH del suelo y podría hacer más disponibles los elementos como el P y el Fe, favoreciendo la nutrición del cultivo, lo que repercute en mejores rendimientos.

BIBLIOGRAFÍA

Cubero D., Vieira M. J. Abonos orgánicos y fertilizantes químicos, son compatibles con la agricultura? Conferencia 70. XI Congreso Nacional Agronómico, III Congreso Nacional de suelos 1999.

Londoño P., D. H. 2000. Acidez y encalamiento de los suelos PROMICAL. Segunda revisión Itaguí. Colombia 34p.

SIAP (2013)

CARACTERÍSTICAS FORRAJERAS DE CEREALES DE GRANO PEQUEÑO EN LOS ALTOS DE JALISCO

Jorge H. Villarreal[1]*, Luis E. Arias[1], Ulises López[2], Esteban S. Osuna[3], Gregorio Núñez[4], Ricardo A. Sánchez[5]

[1]Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco-INIFAP, [2]Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara, [3]Campo Experimental Pabellón-INIFAP, [4]Campo Experimental La Laguna-INIFAP, [5]Campo Experimental Zacatecas-INIFAP
*Jorge H. Villarreal villarreal.jorge@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El estado de Jalisco cuenta con un inventario de más de más de 2, 998,000 cabezas de ganado, de este número el 89% se dedica a la explotación de carne, mientras que el 11 % a la producción de leche (SIAP, 2012). En los 20 municipios que conforman la región de Los Altos de Jalisco se cuenta con aproximadamente el 70% del total de vacas lecheras en producción (SIAP, 2012). En Jalisco se tiene una superficie de siembra de cultivos cercana a los 1.6 millones de hectáreas, de las cuales 357 mil se encuentran en Los Altos de Jalisco y sólo se siembran poco más de 16 mil hectáreas de cereales de grano pequeño (SIAP 2012), lo cual es poca superficie sembrada para satisfacer la demanda de forrajes por los sistemas productivos pecuarios que se encuentran en esta región. Los cereales de grano pequeño a diferencia de otras especies forrajeras necesitan menor cantidad de agua durante el ciclo de desarrollo 250-500 mm (Ireta *et al*., 2010) y son más tolerantes a las heladas. Con base a lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar la producción y calidad nutricional de especies y/o variedades forrajeras de grano pequeño en condiciones de temporal en la región de Los Altos de Jalisco.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en terrenos del Campo Experimental Centro Altos de Jalisco, en el municipio de Tepatitlán de Morelos, Jalisco. La siembra se realizó el día 27 de Julio de 2012 en condiciones de temporal bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Se evaluaron 4 especies de cereales de grano pequeño, que incluyeron 17 variedades; 6 Avenas (Saia, Agata, Chihuahua, Karma, Obsidiana y Turquesa), 3 Cebadas (Cántabra, Forrajera 1 y Forrajera 2), 4 Trigos (Rebeca F2000, Nana F2000, Altiplano F2000 y Trigo-Centeno) y 4 Triticales (Eronga, Polmer, Río Nasas y Secano Tcl96). La densidad de siembra fue de 100 kg ha^{1} mientras que la fertilización fue de 60-40-00 (Nitrógeno, Fósforo y Potasio) todo el fósforo y el 25% N al momento de la siembra y el resto 40 días después de la siembra. Fueron un total de

51 unidades experimentales, cada unidad experimental constó de 4 surcos de 10 m de largo y 0.3 m de ancho siendo un total de 12 m^2 por parcela. Se consideró los 2 surcos centrales y 6 m de largo como parcela útil.

La cosecha se realizó en la etapa fenológica de grano lechoso-masoso. Las variables agronómicas medidas fueron: días de siembra a cosecha (DSC), Altura de planta (AP),rendimientos de materia seca (RMS) y en base al peso total de la planta el porcentaje de peso de tallo (%TA), porcentaje de peso de hoja (%HO) y porcentaje de peso de espiga (%ES). Se realizaron los siguientes análisis: proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), y extracto etéreo (EE). Durante la estación de crecimiento se llevó el registro diario de la lluvia con base a la estación meteorológica que se encuentra instalada en el lugar del experimento. El estudio estadístico del experimento se efectuó en el programa SAS con una diferencia mínima significativa de P=0.05

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se muestra la precipitación registrada en la localidad de estudio en el municipio de Tepatitlán de Morelos, Jal. Se acumularon 580 mm de Julio a Octubre, siendo 9% y 7% menor a precipitación registrada en 2011 e histórica, respectivamente, durante el mismo periodo.

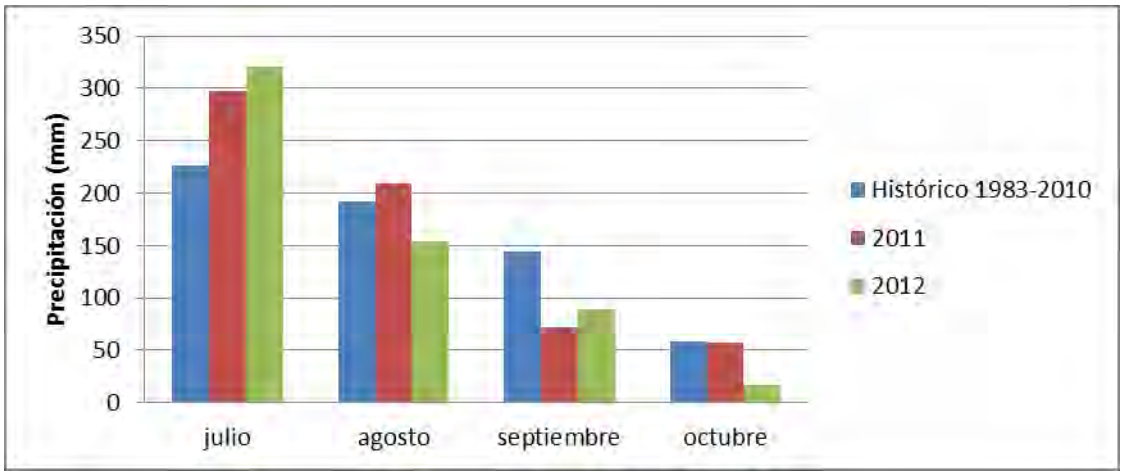


Figura 1. Precipitación registrada de Julio a Octubre en 2011 y 2012 comparado con el histórico en Tepatitlán Jal.

En el Cuadro 1 se observa que hubo diferencias ($p<0.05$) en todas las variables analizadas, para DSC el material más tardío fue T.Centeno con 103 días y el más precoz fue Ceb. Cántabra con 70 días a la cosecha. En altura de planta los materiales sobresalientes fueron las avenas Saia, Chihuahua, Obsidiana, Turquesa y los triticales Eronga y Secano con alturas de más de

108 cm. Para RMS sobresale el T. Nana y la Ceb. Cántabra con mayor producción de forraje seco con 14.66 y 13.23 t ha^{-1} respectivamente. Los RMS de este estudio fueron superiores a los reportados en San Juan de los lagos Jalisco (Villarreal *et al*, 2012) y en Monte Escobedo Zacatecas (Sánchez *et al*, 2012). Por otra parte, el T. Centeno fue el material que tuvo menor porcentaje de TA (15.87%) mayor HO (81.97%), menor ES (2.17%) y mayor porcentaje de proteína cruda 18.48%, mientras que la avena Karma presentó menor concentración (8.57%) de proteína cruda. La cebada forrajera 1 y trigo Nana presentaron menor concentración de FDN con 53.3% y 52.5%, respectivamente, mientras que para FDA los materiales que presentaron menor concentración fueron Cebada forrajera 1, Trigo altiplano, Trigo Nana, y los triticale Eronga y Polmer con 26.3, 26.8, 26.8, 27.7 y 27.0%, respectivamente. En extracto etéreo sobresale con mayor concentración la avena Turquesa con 3.82%, mientras que trigo Rebeca tuvo menor concentración (1.27%).

Cuadro 1. Características agronómicas y composición química de cereales de grano pequeño.

VARIEDAD	DSC	AP (cm)	RMS (t ha^{-1})	TA (%)	HO (%)	ES (%)	PC (%)	FDN (%)	FDA (%)	EE (%)
A. Agata	74cd	104bcdef	6.74c	32.47d	23.50bc	44.03abc	10.24bcde	58.80ab	31.20ab	2.99b
A. Chihuahua	81bc	116ab	8.07bc	36.20bcd	21.47bc	42.33bc	9.29cde	58.97ab	32.20ab	3.00b
A. Karma	81bc	101bcdefg	8.97bc	33.33cd	12.10cd	54.57a	8.57e	54.57ab	29.03ab	3.47ab
A. Obsidiana	81bc	112abcd	8.05bc	35.93bcd	22.10bc	41.93bc	9.83cde	56.47ab	29.63ab	3.03b
A. Saia	87b	125a	8.58bc	50.83a	24.93b	24.23d	10.09bcde	61.73a	34.17a	2.09c
A. Turquesa	81bc	108abcde	8.54bc	33.87cd	15.53bcd	50.60ab	10.28bcde	56.20ab	29.93ab	3.82a
Ceb. Cántabra	70d	84gh	13.23ab	44.20ab	21.93bc	33.83cd	10.55bcd	56.30ab	28.30ab	2.03c
Ceb. Forrajera 1	59e	89fgh	8.71bc	34.43cd	19.97bcd	45.60ab	12.00b	53.30b	26.30b	1.65cd
Ceb. Forrajera 2	59e	91efgh	7.62c	36.00bcd	14.40bcd	49.57ab	11.15bc	53.80ab	27.70ab	1.56cd
T. Altiplano F2000	81bc	90efgh	7.37c	33.63cd	15.87bcd	50.50ab	9.92cde	54.30ab	26.80b	1.47cd
T. Centeno	103a	97cdefgh	6.13c	15.87e	81.97a	2.17e	18.48a	55.00ab	29.07ab	3.28ab
T. Nana F2000	70d	93defgh	14.66a	36.60bcd	8.83d	54.53a	8.92de	52.50b	26.80b	1.43cd
T. Rebeca F2000	77bcd	81h	8.33bc	36.83bcd	12.70cd	50.57ab	9.61cde	56.47ab	29.33ab	1.27d
Tcl. Eronga	81bc	111abcd	6.85c	42.27abc	13.50bcd	44.20abc	9.29cde	55.47ab	27.60b	1.93cd
Tcl. Polmer	85b	80h	6.67c	33.93cd	19.10bcd	47.00ab	10.38bcde	56.03ab	27.07b	1.89cd
Tcl. Rio Nasas	83bc	105bcdef	8.60bc	38.40bcd	15.27bcd	46.33ab	9.65cde	56.10ab	28.13ab	1.82cd
Tcl. Secano Tcl96	81bc	114abc	8.54bc	41.10bcd	13.77bcd	45.17ab	10.15bcde	58.33ab	30.63ab	1.51cd

A= Avena; Ceb= Cebada; T= Trigo; Tcl= Triticale; DSC= días siembra a cosecha; AP=altura de planta en cm; RMS=rendimiento de materia seca en kg ha^{-1}; TA= materia seca de tallo como % de la planta entera; HO= materia seca de la hoja como % de la planta entera; ES= materia seca de la espiga como % de la planta entera; PC= proteína cruda en %; FDN= fibra detergente neutro en %; FDA= fibra detergente ácido en %; EE= extracto etéreo en %;ns=no significativo.

En el Cuadro 2 se presenta la correlación entre las variables de biomasa, agronómicas y calidad nutricional de las variedades y especies de grano pequeño. Se observa que existen

correlaciones entre las variables evaluadas; el RMS se correlacionó con DSC (r =-0.34) y %TA (r =0.35). La PC se correlacionó con DSC (r =0.37), %TA (r =-0.60), %HO (r =0.90) y %ES (r =-0.79). La FDN se correlacionó con FDA (r =0.89), AP (r =0.49), %TA (r =0.31) y %ES (r =-0.31). Estos resultados fueron diferentes a los encontrados por Núñez *et al*., 2010 donde el RMS no tuvo relación con otras variables en cereales de grano pequeño bajo condiciones de riego.

Cuadro 2. Coeficientes de correlación simple entre características agronómicas y composición química en variedades de cereales de grano pequeño.

	DSC	AP	RMS	TA	HO	ES	PC	FDN	FDA	EE
DSC	-									
AP	0.31*	-								
RMS	-0.34*	-0.09	-							
TA	-0.30*	0.28*	0.35*	-						
HO	0.57**	0.02	-0.24	-0.64**	-					
ES	-0.55**	-0.19	0.10	0.24	-0.89**	-				
PC	0.37*	-0.09	-0.20	-0.60**	0.90**	-0.79**	-			
FDN	0.22	0.49*	0.02	0.31*	0.10	-0.31*	-0.05	-		
FDA	0.25	0.60**	0.09	0.23	0.16	-0.34*	0.02	0.89**	-	
EE	0.38*	0.36*	-0.18	-0.38*	0.36*	-0.24	0.19	0.13	0.26	-

DSC= días siembra a cosecha; AP=altura de planta en cm; RMS=rendimiento de materia seca en kg;TA= materia seca de tallo como % de la planta entera; HO= materia seca de la hoja como % de la planta entera; ES= materia seca de la espiga como % de la planta entera; PC= proteína cruda en %; FDN= fibra detergente neutro; FDA= fibra detergente ácido en %; EE= extracto etéreoen %; *=significativo (P<0.05); **=significativo (P<0.01).

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de este estudio se puede concluir que las variedades sobresalientes para RMS fueron cebada Cántabra y trigo Nana F2000, para calidad por PC el material con mayor concentración fue el trigo Centeno. Los materiales sobresalientes por su menor cantidad de FDN y FDA fueron cebada Forrajera 1 y trigo Nana F2000. Respecto a EE la avena Turquesa fue el material sobresaliente por su mayor concentración.

BIBLIOGRAFÍA

Ireta M. J., H. E. Flores López, J.F., Pérez Domínguez, H. E. Villaseñor Mir. 2010. Tecnología paracultivar avena de temporal en Jalisco. Folleto técnico Núm. 1 p. 5-6.

Núñez H. G., J.A. Payán García, A. Peña Ramos, F. González Castañeda, O. Ruiz Barrera, C. Arzola Álvarez. 2010. Caracterización agronómica y nutricional del forraje de variedades de especies anuales en la región norte de México. Revista mexicana de ciencias pecuarias; 1 (2): 85-98.

Sánchez, G.R., Arias C. L., González F y Tovar G.M. 2012. Características forrajeras de especies de grano pequeño en condiciones de temporal en Zacatecas. 2da Reunión Internacional conjunta de manejo de pastizales y producción animal. Memorias. pp 369-373.

SIAP-SAGARPA. 2012. Estadísticas de producción de forraje. http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351. Fecha de consulta: 20 de Julio de 2013.

SAS, 1989.SAS/SAT User's Guide. Release 6.03 Ed. Statistical Analysis System. Cary, NC. USA.

Villarreal J. H., Arias L. E., Sánchez R. A., Tovar M.R. y Núñez G. 2012. Caracterización agronómica y nutricional del forraje de cereales de grano pequeño en los Altos de Jalisco. Memoria XXIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED.Pp 1397-1401.

GANANCIAS DIARIAS DE PESO DE BECERRAS HOLSTEIN DURANTE LA LACTANCIA MANTENIDAS BAJO SEGUIMIENTO DEL CONSUMO DE ALIMENTO CONCENTRADO.

Karla Rodríguez Hernández[1*], Nicolás Valenzuela Jiménez[2], Mario Alberto Salazar Salazar[3], Gregorio Núñez Hernández[1] y Alejandro Villa Godoy[2].

[1]C.E. La Laguna-CIRNOC-INIFAP. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias-Campo Experimental La Laguna Boulevard José Santos Valdez No. 1200 Pte. Col. Centro. Mpio.de Matamoros, Coahuila. C. P. 27440. Tel. (871) 182-3081 y 182-3083.[2]FMVZ-UNAM. [3]FAZ-UJED.
rodriguez.karla@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN.

La crianza de becerras, representa una de las operaciones lecheras más costosa, debido a la inversión que se realiza en capital, alimentación y manejo de las becerras, durante un lapso aproximado de 2 años (Gabler *et al.,* 2000). Existen una serie de factores que afectan el desempeño de las becerras desde su nacimiento hasta su primer parto. Durante la crianza, las becerras enfrentan una serie de desafíos y es importante resaltar que el costo de un pobre manejo en la etapa de lactancia, no sólo es debido a las pérdidas por mortalidad. Por ejemplo, se ha observado que el crecimiento pobre o exagerado de las becerras, afecta de manera negativa la producción de leche durante su primera lactación (Sejrsen and Purup, 1997). Consecuentemente, obtener un patrón de crecimiento óptimo en las becerras, incidirá de manera directa sobre la lactación y reproducción de éstas cuando sean vacas (Place *et al.,* 1998).

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).

En la Región Lagunera, empleando la metodología de procesos, Rodríguez *et al*. (2011) encontraron que las actividades relacionadas con la alimentación de las becerras durante la lactancia, afectaron de manera importante al proceso de crianza de becerras y vaquillas de reemplazo en general, teniendo un impacto sobre la Edad al primer parto.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la ganancia diaria de peso durante la lactancia (60 días) de becerras Holstein a las se alimentó de acuerdo al seguimiento del consumo diario de alimento concentrado.

MATERIAL Y MÉTODOS.

El trabajo se realizó en un establo privado en Gómez Palacio Durango en la Región de La Laguna (25°41'37.44" N; 103°26'31.49" O), el cual cuenta con 1588 vientres en ordeña, una producción promedio de 33 litros/día, y cuenta con corrales para la recría y becerreras individuales dentro de una nave tipo avícola con un 2.3% de mortalidad en becerras.

Se emplearon 324 becerras nacidas entre septiembre y diciembre de 2011, divididas en dos tratamientos: Testigo) 162 becerras a las que se les ofreció alimento concentrado (27.67% PC, 13.34% FDN, 48.76% CNF, 2.95% GC, 76.26% NTD y 2.83 Mcal/kg de EM) de la forma tradicional, iniciando con aproximadamente 300 g/día y haciendo aumentos de 300 g de acuerdo al criterio personal del encargado de la alimentación; y, Seguimiento) 162 becerras a las que se les ofreció alimento de acuerdo al consumo de cada becerra iniciando con 200 g de alimento concentrado (27.67% PC, 13.34% FDN, 48.76% CNF, 2.95% GC, 76.26% NTD y 2.83 Mcal/kg de EM). Todos los días en la mañana, se pesó con báscula electrónica digital (Torey© modelo LEQ 10/20) la cantidad de alimento rechazado y posteriormente se volvió a llenar el comedero de acuerdo al siguiente criterio: 3 días con rechazo de 0- 20 g, se aumentaron 100 g a la cantidad ofrecida de alimento. Después del día 20 de edad, se verificaron los comederos en la tarde y si el comedero estaba vacío, se ofrecieron 300 g más.

Después del nacimiento, se desinfectó el ombligo de las becerras con una solución de yodo metálico (2%) y fueron llevadas al local donde permanecieron durante la lactancia (60 días), ahí cada becerra fue pesada, llevada a su jaula y se le administraron con biberón ó si fue necesario, mediante el uso de una sonda esofágica, al menos 2 litros de calostro pasteurizado (60°C por 30 minutos) con una calidad superior, mayor a 50 g de inmunoglobulinas/L (> 1.047 de gravedad específica). Se administró una segunda toma de calostro pasteurizado de calidad superior a las 8 horas después de la primera toma (2 litros). A las 24 horas de nacidas, se tomó una muestra de la vena yugular para la prueba de refractometría y determinar la transferencia de inmunidad pasiva, mediante el uso de un refractómetro (Mala: <5.5 g/ 100 ml, Buena ≥5.5 g/ 100 ml). El descorne se realizó al mes de edad, empleando pasta de hidróxido de sodio.

A partir del segundo día de vida y hasta el destete, las becerras de ambos tratamientos, se alimentaron 1 vez al día (8:30 a.m.) con leche pasteurizada (60-72°C durante 1 hora), 4 litros/becerra/día. El agua (*ad libitum*) y comenzaron a ofrecerse a partir del día 5 de vida. Los

animales fueron vacunados de acuerdo al esquema presentado en el Cuadro 1. A los 60 días de edad, las becerras fueron pesadas y destetadas.

La ganancia diaria de peso (GDP, gramos/día) se calculó con la siguiente fórmula:

GDP= (Peso 60 días –Peso nacimiento)/ 60

Cuadro 1. Esquema de vacunación para las becerras del experimento.

Edad	Enfermedad
1-5 días	Virus vivo modificado IBR, PI3
21 días	Virus vivo modificado IBR, DVB Tipo I y II, PI3, VRSB
30 días	Leptospira hardjo Bovis
45 días	Virus vivo modificado IBR, DVB Tipo I y II, PI3, VRSB
45 días	Bacterina toxoide Mannhemia haemolytica
60 días	Leptospira hardjo

El diseño estadístico fue completamente al azar y el análisis se realizó mediante análisis de varianza, empleando el procedimiento GLM de SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC, 2009), se empleó como covariable el peso al nacimiento. El criterio para definir diferencia estadística fue de $P<0.05$.

RESULTADOS.

No se detectó diferencia en la GDP entre animales de los tratamientos (T=562±9 vs. M=554±9; P=0.7950). El consumo de alimento concentrado se presenta en la Figura 1.

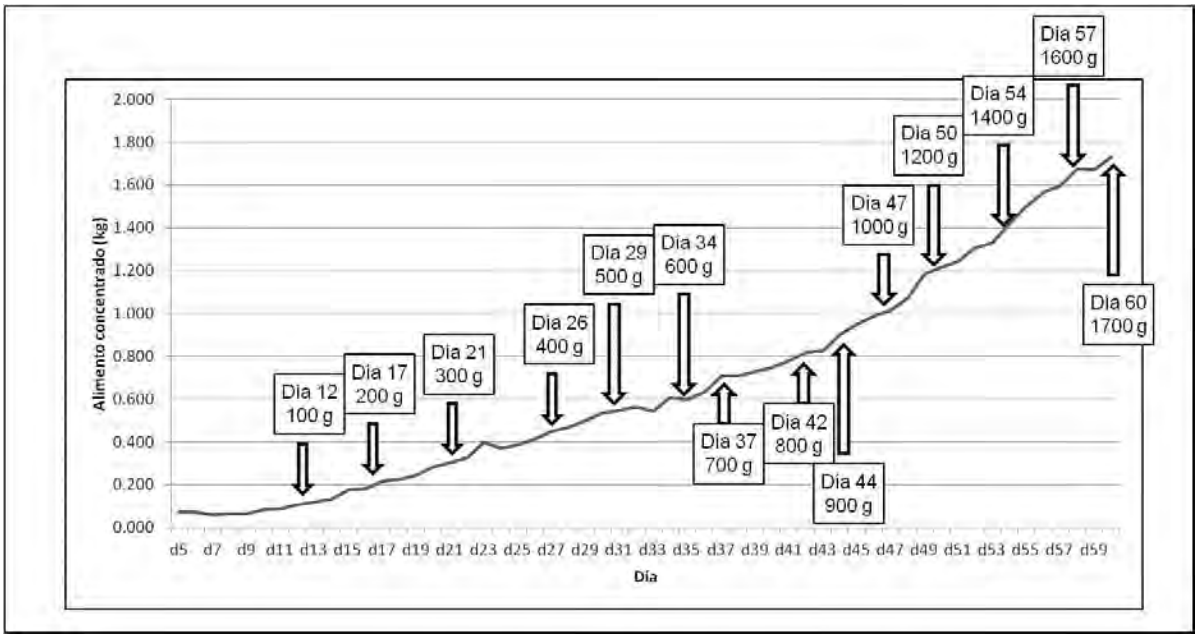


Figura 1. Consumo de alimento concentrado de becerras Holstein mantenidas bajo seguimiento del consumo diario durante la lactancia.

En el Cuadro 2, se presenta la cantidad ofrecida de alimento con el método tradicional y mediante el seguimiento del consumo diario durante la etapa de lactancia, en donde se observa que llevar a cabo el seguimiento del consumo y ajustar la cantidad de alimento ofrecida de acuerdo a éste, representa un ahorro de aproximadamente 6 kg de alimento por cada becerra.

Cuadro 2. Cantidad ofrecida de alimento con el método tradicional y mediante el seguimiento del consumo diario durante la etapa de lactancia (60 días).

Cantidad ofrecida					
Edad	**Tradicional**	**Con seguimiento**	**Tradicional**	**Con seguimiento**	**Ahorro semanal por becerra**
	gramos por día		*gramos por semana*		
Semana 1	300	211	2100	1477	623
Semana 2	300	211	2100	1477	623
Semana 3	600	312	4200	2184	2016
Semana 4	600	540	4200	3780	420
Semana 5	900	768	6300	5376	924
Semana 6	900	872	6300	6104	196
Semana 7	1100	1026	7700	7182	518
día 50	1400	1395			5
día 51	1400	1434			-34
día 52	1400	1473			-73
día 53	1700	1504			196
día 54	1700	1606			94
día 55	1700	1681			19
día 56	2000	1780			220
día 57	2000	1839			161
día 58	2000	1910			90
día 59	2000	1980			20
día 60	2000	2002			-2
Cantidad ofrecida de alimento concentrado durante la lactancia (kg)			52.2	46.184	6.016
Kilogramos de ahorro por cada 100 becerras					601.6

CONCLUSIONES.

La alimentación con concentrado bajo un esquema se seguimiento diario del consumo en las becerras del experimento permitió obtener ganancias diarias de peso similares a las de las becerras alimentadas bajo el método tradicional y permitió un ahorro en la cantidad de alimento concentrado de 6 kg por becerra durante su lactancia.

El presente trabajo forma parte del Macroproyecto Sectorial SAGARPA 2010-01-144591 “Mejoramiento de la Productividad, Competitividad y Sustentabilidad de la cadena productiva Leche de Bovino en México”.

BIBLIOGRAFÍA.

Gabler MT, Tozer PR and Heinrichs J. 2000. Development of a cost spreadsheet for calculating the cost to raise a replacement dairy heifer. J Dairy Sci. 83: 1104-1109.

Place NT, Heinrichs AJ and Erb HN. 1998. The effects of disease, management, and nutrition on average daily gain of dairy heifers from birth to four months. J Dairy Sci. 81: 1004-1009.

Rodríguez HK, González AR, Ochoa ME, Sánchez DJ y Núñez HG. Proceso de crianza de becerras y vaquillas de reemplazo, evaluación de indicadores que afectan la eficiencia reproductiva: estudio de casos. Memorias de la XLVII Reunión de Investigación Pecuaria 2011.INIFAP. León, Guanajuato.

Sejrsen K and Purup S. 1997. Influence of prepubertal feeding level on milk yield potential of dairy heifers: a review. J Anim Sci. 75: 828-835.

RELACIONES FENOTÍPICAS ENTRE GRUPOS DE GIRASOL CULTIVADO, SILVESTRE Y SUS HÍBRIDOS PARA LA PRODUCCIÓN ORNAMENTAL

José Luis Coyac Rodríguez [1]*, Armando Espinoza Banda [1], Mariela Olguín Villeda [1], Oralia Antuna Grijalva [1], Salvador Godoy Ávila [1]

[1] Departamento de Fitomejoramiento, Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Unidad Laguna. Periférico y Carretera a Santa Fe, S/N. C.P. 27054. Torreón, Coahuila. E-mail: **jlcoyac@yahoo.com**

INTRODUCCIÓN

El girasol (*Helianthus annuus* L.) es una especie que se ha cultivado como ornamental desde la época prehispánica. Por su rusticidad, amplia adaptabilidad y su bajo consumo de agua, podría ser un cultivo factible de usarse para su explotación ornamental en la Comarca Lagunera.

En la actualidad es frecuente el uso de esta especie como flor natural en arreglos florales, donde antes era raro verla. Sin embargo, una de las limitantes de su uso es el excesivo crecimiento vegetativo en la longitud del tallo y en el diámetro del capítulo, ya que el mejoramiento genético se ha enfocado principalmente en la obtención de grano y aceite. La producción de especies ornamentales en maceta es también una alternativa para los productores, por lo novedoso del producto y los altos precios que pueden alcanzar en el mercado (Armitaje, 1993).

La situación anterior ha propiciado la búsqueda de características adecuadas para su uso como flor de corte o como planta en maceta. Entre los atributos ideales para estos usos se pueden mencionar: altura estándar a enana (≤ 1 m), diámetros intermedios de capitulo (12-18 cm), precocidad, así como formas, tamaños y colores de lígulas (pétalos) diferentes a los tradicionales para el girasol comercial. De las muchas formas que existen para lograr estos propósitos, uno de los más prometedores y factibles es la combinación de germoplasma silvestre que genere variabilidad genética al cruzarse con girasol cultivado, el cual debe poseer las características agronómicas de bajo porte y precocidad (Olguín *et al*., 2013).

Para satisfacer exigencias cada vez mayores del consumidor final, varios países productores y exportadores en el mercado mundial de flores han cambiado su actividad, concentrando más sus esfuerzos en el desarrollo de nuevas variedades, colores, etc., es decir, se enfocan cada vez más en desarrollar nuevas y mejores semillas mediante el uso de la genética. Así, el comercio de flores no se limita a las transacciones de flores frescas, sino también pueden comercializarse las semillas mejoradas genéticamente, la tecnología y el conocimiento de

mejores técnicas de cultivo de los productores, el material de propagación, etc. (ASERCA, 2006).

En México, los estados del Centro-Sur (Estado de México, Puebla y Morelos) tienen una floricultura fuerte, favorecida por condiciones climáticas adecuadas, que captan la mayor parte del valor de la producción (3500 mdp); para el estado de Coahuila, los reportes estadísticos indican que en el año 2006 se tuvo una producción de 2 has, y un valor de producción de 100 mil pesos. Considerando que la Comarca Lagunera es una región extensa que comprende varios municipios de Durango y Coahuila, y que el principal problema es la escasez de agua, resulta lógico plantear la siembra y cultivo de especies y/o variedades con potencial ornamental con adaptación a dicha región, como lo es el girasol, lo cual puede ser una excelente fuente de ingresos, y disminuyendo los costos de transporte que elevan el precio de las flores en el mercado florícola (Olguín *et al*., 2013).

La producción de flor de corte se puede extender por largos periodos mediante la siembra escalonada y/o la selección cuidadosa de las variedades, así como el cultivo en invernadero, mientras que la producción en maceta es posible durante todo el año (Concilco, 2004).

El Grupo de Mejoramiento Genético de Maíz y Girasol de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" cuenta con genotipos enanos de girasol, derivados todos ellos de la variedad SANE-1 de la misma universidad (Concilco, 2004); Barrera (2007), Coyac (2007) y Cabrera (2008) obtuvieron híbridos de girasol cultivado x silvestre, el cual conforma una amplia base genética, de la cual es posible seleccionar las líneas y formar variedades sintéticas, formar nuevos híbridos, o realizar retrocruzas hacia los progenitores originales, para fijar algún carácter en específico. La base genética está constituida por las líneas originales (cultivadas y silvestres) y las correspondientes generaciones F_1 y F_2, resultado de la hibridación entre ambos grupos.

El objetivo del presente trabajo es conocer las relaciones fenotípicas y genéticas entre los materiales genéticos con los que se cuenta, para identificar aquellos genotipos estables a través de generaciones, con lo cual pueda acelerarse el proceso de mejoramiento genético para la liberación de variedades, así como la generación de grupos heteróticos que pueden dar lugar a la obtención de híbridos con las características adecuadas en la producción ornamental.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material genético

El material genético estuvo conformado por 100 genotipos, que incluyen 8 progenitores enanos, 7 progenitores silvestres, 43 cruzas F_1 y 42 F_2, las cuales se obtuvieron de la siguiente manera:

Verano 2005.- Incremento de progenitores; primavera 2006.- Selección de líneas enanas sobresalientes y formación de híbridos; Verano 2006-. Formación de F_2 (Cuadro 1). Las líneas progenitoras enanas fueron selecciones de la variedad SANE-1 (líneas 2, 7, 39, 51, 54, 55 y 60), y de colectas de girasol silvestre (líneas II, III, IV, V, VI, VII y VIII). Las líneas de girasol enanos provienen del trabajo de Concilco (2004) y el girasol silvestre de colectas de origen ruso, polaco y holandés (Borodanenko, 2005, Comunicación personal).

Cuadro 1. Germoplasma de girasol evaluado.

♀/♂	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
2	2XII F1	2XIII F1	2XIV F1	2XV F1			2XVIII F1	
7	7XII F1	7XIII F1	7XIV F1	7XV F1	7XVI F1	7XVII F1	7XVIII F1	
39	39XII F1	39XIII F1	39XIV F1	39XV F1		39XVII F1	39XVIII F1	
48	48XII F1	48XIII F1	48XIV F1	48XV F1	48XVI F1	48XVII F1	48XVIII F1	F_1
51	51XII F1	51XIII F1	51XIV F1		51XVI F1	51XVII F1	51XVIII F1	
54	54XII F1	54XIII F1			54XVI F1	54XVII F1	54XVIII F1	
55					55XVI F1			
60	60XII F1	60XIII F1	60XIV F1	60XV F1	60XVI F1		60XVIII F1	
2	2XII F2	2XIII F2	2XIV F2	2XV F2			2XVIII F2	
7	7XII F2	7XIII F2	7XIV F2	7XV F2	7XVI F2	7XVII F2	7XVIII F2	
39	39XII F2	39XIII F2	39XIV F2	39XV F2		39XVII F2	39XVIII F2	
48	48XII F2	48XIII F2	48XIV F2	48XV F2	48XVI F2	48XVII F2	48XVIII F2	F_2
51	51XII F2	51XIII F2	51XIV F2		51XVI F2	51XVII F2	51XVIII F2	
54	54XII F2	54XIII F2			54XVI F2	54XVII F2	54XVIII F2	
60	60XII F2	60XIII F2	60XIV F2	60XV F2	60XVI F2		60XVIII F2	

Para la formación de los híbridos se empleó el diseño de apareamiento de Carolina del Norte II (Comstock y Robinson, 1952), del cual el girasol enano fue el grupo de las hembras y el girasol silvestre fueron los machos. Para avanzar de F_1 a F_2 se usaron autofecundaciones.

Sitio de evaluación, diseño experimental y variables evaluadas

La investigación se estableció en el ciclo primavera-verano de 2007, en el Campo Agrícola Experimental de la UAAAN (25°33'25 LN, 103°22'16 LO, 1124 msnm), bajo un diseño experimental de bloques incompletos, con dos repeticiones; la parcela experimental fue de un surco de 4 m, con 0.76 m de separación entre surcos, y 0.4 m entre plantas, para tener una densidad de población aproximada de 33 mil plantas ha^{-1}.

La siembra se realizó el 23 de marzo de 2007. El sistema de riego fue por goteo (cintilla). Las labores de manejo consistieron en fertilización, riego y control de plagas y malezas, de acuerdo a las recomendaciones para el cultivo de maíz en la región (Reta et al., 2002).

Las variables registradas fueron: i).- cuantitativas: Días a emergencia (EM), días a aparición de botón (AB), días a inicio de floración (IF), días a final de floración (FF), intervalo de floración (IDF), numero de hojas (NH), diámetro interno del capítulo (DIC), Diámetro Total del capítulo

(DTC), longitud de pétalos (LP); ii).- cualitativas: ramificación (TSR, 0=sin ramas, 1=ramificado), Coloración del tallo (TV, 0=tallo verde, 1=tallo morado), color del centro del capítulo (CCC, 0=amarillo o verde, 1=negro), presencia de resina (PR, 0=ausencia, 1=presencia), hileras de pétalos (HP, 0=hilera sencilla, 1=dos o más hileras de pétalos), tipo de pétalo (TP, 0=ovalado, 1=alargado), color de pétalos (Cr, de 1 a 7, según la tonalidad, 1 = vino o guinda intenso ~ 7 = alimonada claro).

Se empleó un Análisis de Conglomerados o Agrupamiento, por distancias euclidianas, por el método de Ward, utilizando el paquete estadístico StatGraphics v5.1 Enterprise Edition (Statistical Graphics Corp.), para determinar las relaciones fenotípicas entre los 100 genotipos de girasol mediante un dendrograma, usando la media de ambas repeticiones como una sola observación y estandarizando cada una de las variables.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Análisis de Conglomerados agrupó aquellos materiales que comparten características similares. El Dendrograma resultante (Figura 1), obtenido por el Método de Ward y tomando la distancia euclidiana como medida de cercanía entre objetos, generó ocho grupos.

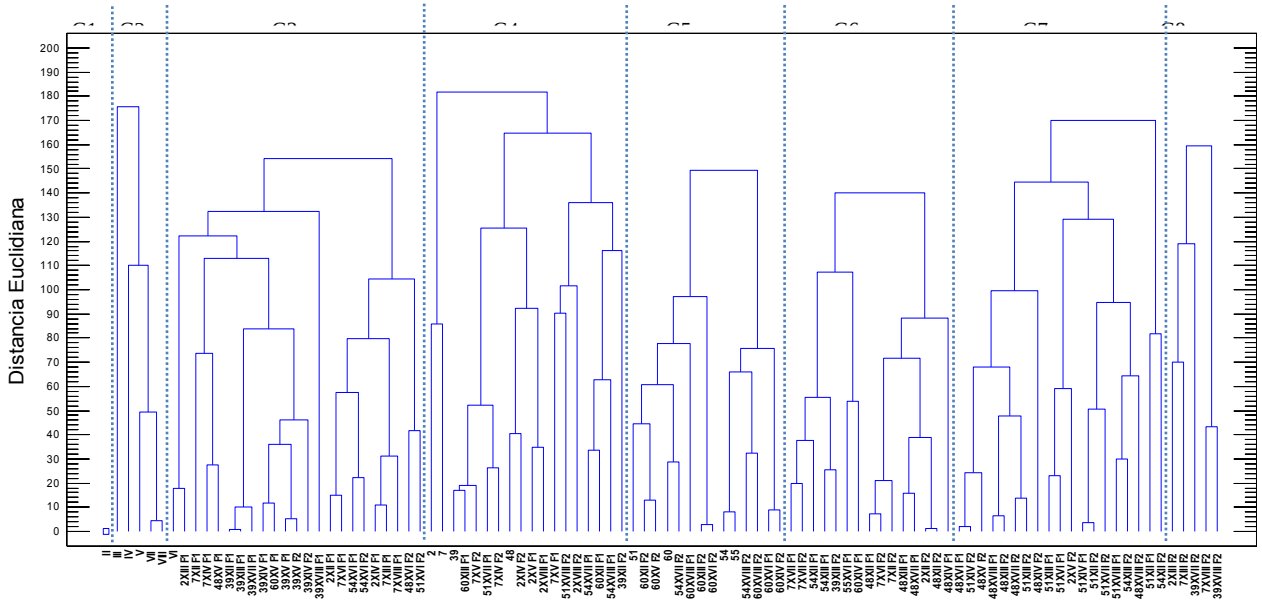


Figura 2. Dendrograma de clasificación jerarquica de progenotores y cruzas F1 y F2 en girasol ornamental (Helianthus annuus L.) en análisis de conglomerados

El ordenamiento muestra claramente que la mayoría de los genotipos silvestres se ubican en dos grupos muy bien definidos ya que cinco de siete progenitores silvestres se encuentran en

este grupo que se etiqueta como 2 (G2). Por otro lado, el progenitor silvestre II formó por sí mismo un grupo (G1), lo cual indica que tiene características muy particulares que lo distinguen de los demás, resultado similar al encontrado para un genotipo de nopal silvestre por Valdez *et al*. (2003). Otro material que se aleja un poco en este grupo es el III, ubicándose en el grupo 3 (G3), siendo los progenitores VII y VIII aquellos que más relación tienen entre ellos.

Los genotipos cultivados se ubicaron en dos grupos (G4 y G5), observándose una distribución más amplia para estos materiales. A su vez, al dividirlos en subconjuntos se identifica que 2 y 7 comparten un subgrupo que se relaciona con el subgrupo en donde se ubican 39 y 48. Dentro de G5, a su vez también se subdividen para ubicarse 51 y 60 en un subgrupo, y 54 y 55 en otro subgrupo. La mínima distancia entre estos dos últimos indica que estos dos genotipos tienen el mismo origen genético y solo se seleccionaron por alguna característica que no fue tomada inicialmente, al igual que con VII y VIII.

El grupo G3 conjunto la mayor cantidad de genotipos al contar con un 23% del total, seguido de G7, G4, G6 y G5, con 19, 18, 15 y 14%, respectivamente; los grupos más pequeños fueron constituidos por uno, cinco y cinco genotipos (1, 5 y 5%), en G1, G2 y G8.

En G3 dos pares de genotipos tienen la mínima distancia, siendo coascendientes, cosa que solo en este grupo sucede, siendo ellos las generaciones F_1 y F_2 de las cruzas 39xV, y 54xVI. En G5, ambas generaciones de la cruza 7xVII. Estas manifestaciones de herencia en ambas generaciones (F_1 y F_2) indican que las características de estos genotipos son estables en generaciones tempranas, lo cual hara posible generar germoplasma estable de interés comercial en el menor tiempo posible.

Las cruzas de progenitores más frecuentes en un grupo fueron el P-51 en G7 con siete cruzas, P-39 en el G3 con ocho cruzas y P-60 en G5 con ocho cruzas y de los progenitores silvestres fueron son VI en G3 con cinco cruzas y el progenitor, II en G6 con cinco cruzas, VIII y III en G4 y G7 con cuatro cruzas cada uno, respectivamente. En el caso de los genotipos F_1 y F_2 del progenitor 54 se manifiesta una distribución ordenada en casi todos los grupos, ya que aparece en la mayoría a excepción de G1, G2 y G8.

El grupo con menor número de materiales parentales participantes fue G5, en donde solo se agruparon 54 y 60, en combinación con todos los progenitores silvestres, en similar proporción, a excepción de las cruzas con VIII.; otro grupo que concentró cruzas con todos los progenitores silvestres fue G7, el cual también mantuvo una proporción constante de cada combinación.

CONCLUSIONES

El Análisis de Conglomerados agrupó los genotipos por similitud de características y sirvió para generar familias e identificar que generaciones y genotipos con semejanza a sus progenitores y entre generaciones. El AC separó 8 grupos de individuos, donde se aprecia que en las cruzas predomina la herencia materna (citoplásmica). La estabilidad en herencia es útil para reducir el tiempo de liberación de genotipos. Los genotipos silvestres son muy distintos a sus correspondientes cruzas, en tanto que los progenitores enanos tienen a ser parecidos a algunos de sus híbridos.

BIBLIOGRAFÍA

Armitaje, A. M. 1993. Specialty Cut Flowers. Varsity Press, Inc / Timber Press, Inc. Oregon, USA.

ASERCA. 2006. La Floricultura Mexicana, el gigante que está despertando. Claridades Agropecuarias 154:3-42

Barrera O., M. E. 2007. Parámetros genéticos en cruzas de girasol cultivado x silvestre (Helianthus annuus L.) con propósitos ornamentales. Tesis de Licenciatura. UAAAN-UL. Torreón, Coah.

Cabrera S., R. 2008. Efectos genéticos y heterosis en cruzas de girasol cultivado x silvestre (Helianthus annuus L). Tesis de Licenciatura. UAAAN-UL. Torreón, Coah

Comstock, R. E., and H. F. Robinson. 1952. Estimation of average dominance of gene. In: J. W. Gowen (Ed.) Heterosis. Hafner Publishing Company. NY. pp.: 494-516.

Concilco A., M. del R. 2004. Selección y evaluación de líneas S1 de girasol (Helianthus annuus L.) con características ornamentales. Tesis de licenciatura. UAAAN-UL. Torreón, Coah

Coyac R., J. L. 2007. Caracterización multivariada de cruzas de girasol cultivado x silvestre (Helianthus annuus L.) con propósitos ornamentales. Tesis de Licenciatura. UAAAN-UL. Torreón, Coah

Olguín V., M., J. L. Coyac R., A. Espinoza B., M. E. Barrera O., R. Cabrera S. 2013. Potencial genético y diversidad de germoplasma de girasol ornamental (Helianthus annuus L. en la UAAAN-UL. 5º Encuentro Regional de Investigadores y 4º Encuentro de Jóvenes Investigadores. 16-17 de Mayo 2013. CIESLAG - UAAAN-UL, Torreón, Coah

Reta S, D. G., J. S. Carrillo A., A. Gaytán M., E. Castro M., y J. A. Cueto W. 2002. Guía para Cultivar Maíz Forrajero en Surcos Estrechos. INIFAP-CIRNOC-CELALA. Folleto para Productores Núm. 5. Matamoros, Coah., México

Valdez C. R. D., F. Blanco M. y C. Gallegos V. 2003. Ordenación y Clasificación Numérica en Nopal Tunero mediante atributos de fruto. Rev. Chapingo. Serie Horticultura 9:81-95.

ANÁLISIS DE CALIDAD DE SEMILLA DE HIBRIDOS COMERCIALES DE MAÍZ FORRAJERO

Oralia Antuna Grijalva*, Armando Espinoza Banda, José Luis Coyac Rodríguez Yolanda Hernández Martínez, José Miguel Gómez Cervantes, Heriberto Quirarte Ramírez, Salvador Godoy Ávila y Anselmo González Torres

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna Carretera a Santa Fe y Periférico S/N C.P. 27054 Torreón, Coah., Méx.
**Autor principal: oantuna_77@hotmail.com*

INTRODUCCION

Una semilla de calidad contribuye a una mayor eficiencia productiva, ya que es capaz de emerger de manera rápida y uniforme, bajo diferentes condiciones ambientales. La calidad de la semilla es un concepto basado en la valoración de diferentes atributos, los cuales mejoran el establecimiento de la planta en campo, entre los que destacan la calidad genética, fisiológica, física y sanitaria (Basra, 1995; Copeland y McDonald, 1995).

Para los agricultores y la industria semillera la calidad de la semilla de maíz es importante: para el agricultor, porque de ello depende el número de plantas existentes en un área determinada de cultivo, es decir prefiere aquellas que muestran alto vigor (Delouche y Cadwell, 1962); para la industria, es trascendente la calidad de la semilla por la gran variación en tipo de grano que exhiben los híbridos de maíz.

Con base en lo anterior se realizó la presente investigación con el objetivo de conocer la calidad de semilla de distintos híbridos de maíz con potencial forrajero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio de investigación se desarrolló en el laboratorio de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, ubicada en Torreón, Coahuila, México.

Material Genético

El material genético empleado en la investigación fueron 22 híbridos comerciales de maíz, a los cuales se les determinó la calidad física y fisiológica.

Cuadro 1. Híbridos comerciales de maíz forrajero UAAAN 2013

No. de Tratamiento	Híbrido	Compañía	Ciclo vegetativo
1	HT-94-99W	Genex	Intermedio
2	G8222	Garst Corn	Precoz
3	DAS 2301	Dow Agro Sciences	Precoz
4	MAX1515	Avante	Intermedio
5	ABT 323	Garst	Precoz
6	MAX913	Santa Teresa	Intermedio
7	N83-N5	Syngenta	Intermedio-Precoz
8	Río Grande	Avante	Intermedio
9	AVX751	Tech AG	Intermedio
10	Genex 750	Genex	Intermedio
11	1863 (AKW)	Syngenta	Precoz
12	2A120	Dow Agro Sciences	Precoz
13	NC 7206	Avante	Intermedio
14	Perseo	Novasem	Intermedio
15	DAS 2348	Dow Agro Sciences	Precoz
16	8233 W	Garst	Intermedio
17	Genex 753	Novasem	Intermedio
18	ST 263 B	Novasem	Intermedio
19	Eros	Unisem	Intermedio
20	Hércules	Unisem	Intermedio
21	G8285	Garst	Precoz
22	Max Canario	Genex	Intermedio

Calidad Física

Peso volumétrico (PV)

El peso volumétrico se determinó vaciando la semilla de cada uno de los materiales en un recipiente de volumen conocido a una altura de 5 cm sobre la parte central del recipiente hasta que sobrepasara el borde para que permitiera el llenado uniforme. El exceso se eliminó con el paso de una regla hasta que la semilla quedara al ras del mismo. Una vez realizada la operación del llenado se procedió a tomar el peso y se reportó en kilogramos por hectolitro con la siguiente fórmula:

$$Peso\ volumétrico: \frac{Peso\ de\ muestra}{volumen\ del\ recipiente}\ X\ 100$$

Calidad fisiológica de semilla

Germinación estándar (GE)

Para las pruebas se tomó como referencia las normas de la ISTA (1999); se usó el método "entre papel" enrollado, con cuatro repeticiones de 25 semillas tomadas al azar. Se realizó la evaluación a los 5 días tomando el número de plántulas normales y se reportó en porcentaje de germinación.

Longitud media de las plúmulas (LP)

La siembra se realizó en hojas de papel anchor con una dimensión de 30 X 25 cm, el cual fue marcado con una línea en su eje de 30 centímetros, posteriormente se marcan seis líneas paralelas a la línea central ya marcada con una distancia de 2 centímetros línea a línea. Sobre la línea central se marcan 25 puntos con 1 centímetro de distancia y se pega una semilla por cada punto. Para pegar la semilla se usó cinta masking tape. Se cubrió la semilla con una hoja de papel anchor, se saturó con agua y se enrolló en sentido perpendicular a las líneas horizontales previamente trazadas, se sujetaron los extremos con ligas de hule y después se colocaron en bolsas de polietileno. Se llevaron a una incubadora marca Thermo Scientific modelo 818 a una temperatura de 25 °C ± 1 °C, con luz, para evitar que se secaran, se rociaron con agua cada dos días. La prueba duró 5 días y al final se contaron las plúmulas de las plántulas normales que se encontraban entre cada par de líneas paralelas. Las plántulas anormales se eliminaron. Para obtener el vigor, el número de plúmula que quedó entre las dos líneas paralelas se multiplicó por el valor dado a las mismas (1, 3, 5, 7, 9, 11, 13) y el producto se sumó.

La longitud media de la plúmula (LP), se obtuvo con la fórmula descrita por Moreno (1996):

$$L = \frac{\left(nx_1 + nx_3 + ... + ... + nx_{13}\right)}{NPN}$$

donde: *L*= longitud media de las plúmulas; n= número de plúmulas entre cada par de paralelas; $\bar{X}$= distancia media desde la línea central; NPN; número de plántulas normales. El tratamiento que presentó un valor de nueve o mayor fue el de mejor vigor.

Análisis estadístico

Para el análisis de datos se utilizó el diseño experimental de Bloques al Azar con cuatro repeticiones, usando el siguiente modelo lineal:

$Yij: \mu + Ti + \beta j + Eij$

Donde: μ= media general; Ti y βj= los efectos de tratamiento y repeticiones; y Eij =error experimental para cada observación (ij).

La prueba de significancia estadística utilizada para detectar diferencias entre tratamientos fue la DMS.

RESULTADOS Y DISCUSION

La evaluación estadística de la calidad fisiológica y física de la semilla de los veintidós genotipos de maíz para forraje arrojó diferencias altamente significativas para índices relacionados con los mismos.

Cuadro 2. Análisis de Varianza de Calidad de Semilla de 22 híbridos comerciales de maíz forrajero.

FV	gl	GE (%)	LP (cm)	gl	PV (kg hL)
Tratamientos	21	1027.22**	20.27**	21	47.87**
Bloques	3	68.54**	2.03ns	2	3.60ns
Error	63	37.05	4.17	42	1.78
Total	87			65	
C.V (%)		6.91	18.31		1.78

*,**: Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidades FV: Fuentes de variación; c.v.: Coeficiente de variación, GE: Germinación estándar, LP: Longitud de plúmula, y PV: Peso volumétrico.

Al respecto, los porcentajes de germinación estándar (GE) señalan a un grupo de genotipos como ST263 B, DAS-2348, 8233W, G8222 y Hércules con porcentajes abajo del 85% del mínimo establecido por la ISTA (1985), el resto de los materiales sometidos a esta prueba presentaron rangos que oscilaron desde 87% a 99%, lo que claramente evidencia su superioridad cuantitativa y cualitativa para tal parámetro (Figura 1).

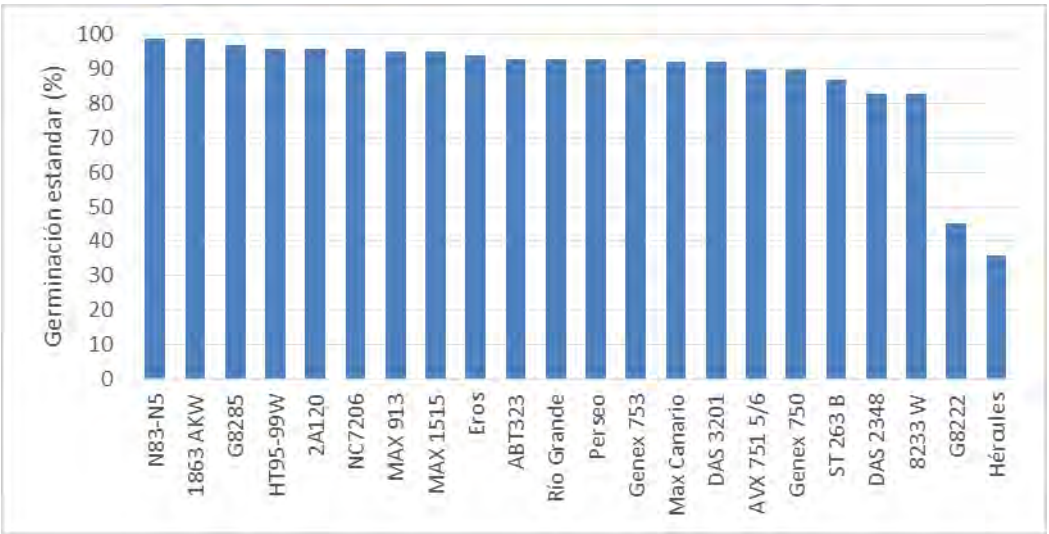


Figura 1. Comportamiento promedio germinación estándar (GE) de 22 híbridos comerciales de maíz forrajero

Referente a longitud de la plúmula (LP), nuevamente G8222 y Hércules presentaron los menores valores con respecto al resto de los materiales, sin embargo el híbrido G8222 aún es considerado de mediano vigor de acuerdo con Peretti (1984).

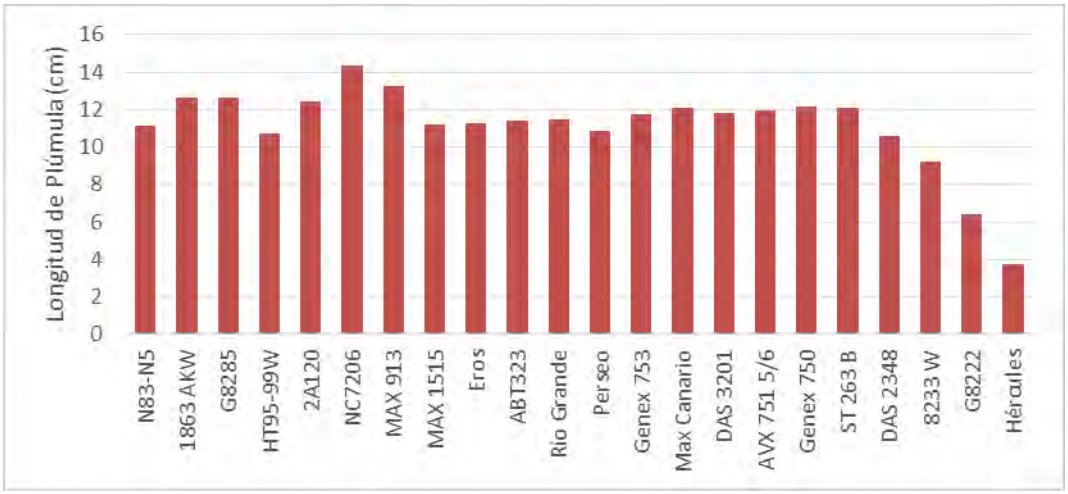


Figura 2. Comportamiento promedio longitud plúmula de 22 híbridos comerciales de maíz forrajero

En el caso de la valoración física, el carácter Peso ´Volumétrico (PV), de vital importancia en la elección y el valor económico de la semilla, los valores más aceptables corresponden a un grupo de nueve híbridos que cumplen con la norma de certificación de calidad de semillas donde establece que la semilla de maíz debe de alcanzar un peso de 75 kg hL^{-1}. Por otra parte

se observa nuevamente a N83-N5 con 80.69 kg hL^{-1}, lo que insinúa la alta correlación entre caracteres anatómico- fisiológicos, al menos para este carácter.

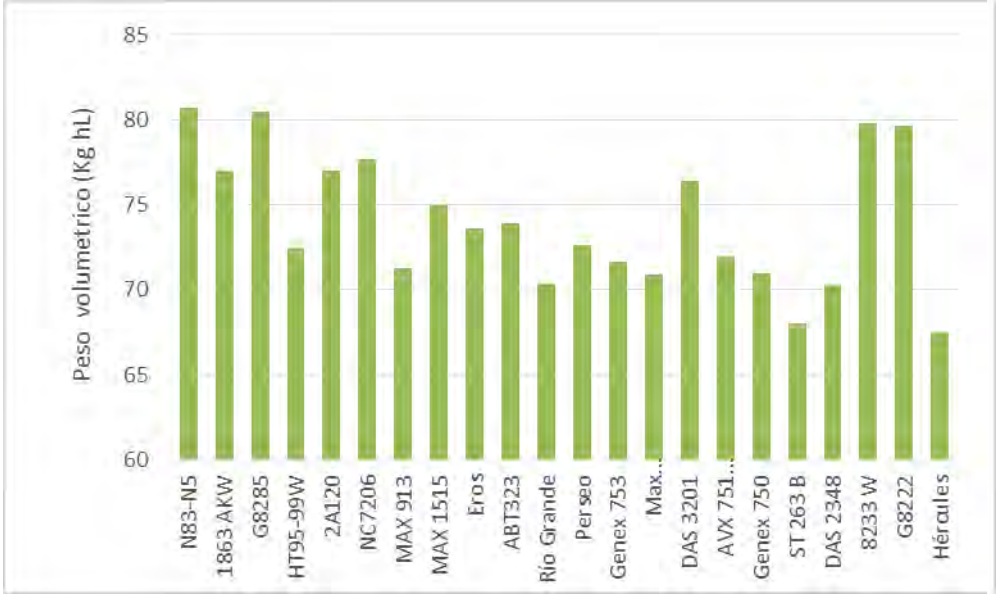


Figura 3. Comportamiento promedio peso volumétrico de 22 híbridos comerciales de maíz forrajero

CONCLUSIONES

- En la prueba de germinación estándar 18 materiales evaluados presentaron valores que oscilaron de 87 a 99% lo cual los ubicó dentro de los estándares de calidad de semilla establecidos por la ISTA, destacando N83-N5, 1863 AKW y G8285 con 99 y 97 % respectivamente.
- Para la prueba de vigor la mayoría de los híbridos presentaron un alto nivel de vigor a excepción de Hércules que presento la menor longitud de plúmula con 3.78 cm.
- Los pesos volumétrico registrados ubica a ocho genotipos que cumplen con los lineamientos de la norma oficial de certificación de semillas.
- Las diferencias obtenidas entre los materiales se debieron tal vez a la constitución genética de los mismos. Sin embargo en base a los resultados obtenidos se puede pronosticar un buen desarrollo y establecimiento en campo de los híbridos.

BIBLIOGRAFIA

Basra ,A. 1985. Seed Quality: basic mechanisms and agricultural implications.New York, Binghamton 389 p.

Copeland, L, O., y Mc Donald, M,B. 1985. Principles of Seed Science and Technology. Second edition, Burgess Publishing Company. Minneapolis, Minnesota, USA. 50 p.

Delouche, J. C. & Caldwell, P. W. (1962). Seed vigor and vigor tests. *Proceedings of the Association of Official Seed Analysts, 50*(1): pp.136-140.

International Seed Testing Association (ISTA). 1985. International rules for seed testing. Seed Sci. Tech. 27 (suppl): 333 p.

Moreno, E.M., 1996. Análisis físicos y biológicos de semillas agrícolas. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). 380 p.

Peretti, A. 1984. Manual para análisis de semillas. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 273 p.

COMPORTAMIENTO DEL RENDIMIENTO Y EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA EN MAIZ FORRAJERO DE VERANO A DIFERENTES REGIMENES DE RIEGO

Anaya S. A.*1, Núñez H. G.1, Cruz Ch. J. J. 1, Faz C.R.1, Serrato M. H. A.1

1 INIFAP CIRNOC C.E. La Laguna
anaya.antonio@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El manejo del agua en la agricultura tiene el propósito de producir alimentos que requiere la población, el uso del agua para este fin es intenso (72% del agua disponible) (FAO, 2007), estudios indican que los recursos de suelo y agua son escasos hoy en día y los pronósticos no son alentadores (FAO, 2012). El crecimiento poblacional han convertido los recursos hídricos en bienes más escasos y caros. El agua siempre ha sido factor que limita la producción de los cultivos en el mundo, en las regiones áridas y semiáridas la escasa precipitación durante el año es insuficiente para los cultivos, es necesario suministrar agua a través del riego, no obstante, en estas áreas la disponibilidad de agua para riego es baja y también existe un gran desperdicio 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 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 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 utilizada por el cultivo (Morton,1998). Investigaciones muestran que los rendimientos de los cultivos disminuyen al reducir la lámina de riego aplicada, Karam *et al*. (2003). 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 lamina de riego, (Cruz y Núñez, 2012). 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*., 2009), 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 el ciclo de primavera-verano los principales cultivos que se producen son maíz y sorgo, que en el 2012 alcanzaron valores de 12,763 y 17,264 has respectivamente (60 % de la superficie total cosechada en la región) (SAGARPA, 2012). El objetivo del trabajo fue evaluar el rendimiento de materia seca y la eficiencia del uso del agua de riego del cultivo del maíz forrajero bajo diferentes láminas de riego aplicadas para poder optimizar su uso.

MATERIALES Y METODOS

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. La siembra se realizó en húmedo el día 13 de julio del 2012 en un suelo de textura arcillosa**.** Se utilizaron el maíz variedad SB 302 de ciclo intermedio y el 2948W de ciclo precoz. La densidad de siembra fue de 7 a 8 semillas 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 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. Se trabajó con tres láminas de riego distintas, para lo cual 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. El riego de las parcelas experimentales se realizó con tubería presurizada de conducción al lote experimental. 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 parcela experimental fue de 40 m^2. La cosecha se realizó cuando el grano se encontraba a 1/3 de línea de leche, 108 dds para el 2948W y 109 dds para el SB 302. La parcela útil fue de 18.24 m^2 para estimar el rendimiento de forraje verde (RFV) (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 hrs después, con esto se determinó el porcentaje de materia seca (MS%) y se estimó el rendimiento de materia seca 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), la eficiencia en el uso del agua (EUA) (kg MS m^{-3}) se estimó al dividir también el RMS en kg MS ha^{-1} entre la Et_c acumulada en m^{-3}, también se tomaron datos de altura en cinco plantas al momento de la cosecha. El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar con 4 repeticiones. 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 57, 66 y 96% de la Ev_o para el hibrido intermedio y 57, 67 y 97 % para el maíz precoz. 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 tabla 1. Las láminas de riego fueron similares a otro estudio en maíz desarrollado en Turkia que aplico laminas desde 89 cm hasta los 62 cm, Oktem,(2008), utilizando también la Ev_o del tanque evaporímetro Clase ‘’A’’ es permite ajustar la cantidad de agua de acuerdo al clima.

Tabla 1.Láminas de riego y su distribución en el experimento.

	das	**Dds**						
	10	**28**	**40**	**52**	**74**	**82**	**88**	
Tto(#)	**Lr**(cm)							**Lr T**(cm)
1	14	10	15	17	10	8	7	81_a
2	14	9	-	15	11	-	7	56_b
3	14	9	-	14	11	-	-	48_c

Das, dds = días antes y después de la siembra, Tto = Tratamiento, Lr = Lámina de riego.

Variables agronómicas.

En la tabla 2 y 3 se reportan resultados del maíz ciclo intermedio y maíz ciclo precoz. La altura de planta del maíz intermedio, tuvo valores diferentes desde 2.13 (tto2) hasta 2.53 m (tto 1). El tto 1 tuvo el valor mas alto (2.53m), siendo similar al tto 3 ($P\geq 0.05$). La altura de planta del maíz precoz, tuvo valores diferentes desde 1.98 (tto2) hasta 2.45 m (tto 1). El tto 1 (2.45) fue diferente de los demás tto’s ($P< 0.05$). Se observó que la altura de planta en ambos maíces fue similar. El mejor comportamiento fue encontrado al aplicar la mayor Lr. Para el maíz intermedio en RFV, los valores fueron desde 32.1 (tto3) hasta 48.3 t ha^{-1} (tto1). El tto 1, con el mejor comportamiento, fue estadísticamente igual tto 2 y diferente tto 3 ($P< 0.05$). Para el maíz precoz

los valores de RFV, fueron desde 32.6 tto3 hasta 46.05 t ha^{-1} (tto1). El tto 1 presentó la mejor repuesta y fue estadísticamente diferente al tto 2.

Se observó que en los dos híbridos del maíz, los mejores rendimientos fueron encontrados con el tratamiento con mayor cantidad de agua aplicada.

Los valores de RMS en el maíz intermedio, fueron desde 9.38 (tto3) hasta 13.80 t ha^{-1}(tto1). El tto 1 presentó el mayor valor de RMS. Hubo diferencia estadística en todos los tratamientos ($P<0.05$).

Los valores de RMS para maíz precoz 2948w, fueron desde 10.15 (tto3) hasta 15.85 t ha^{-1}(tto1). El tto 1 presentó el mayor valor de RMS, hubo diferencia estadística en todos los tratamientos, El tto3, presentó el valor más bajo. Las variables %MS y EUAR no presentaron diferencia significativa ($P\geq0.05$). La Figura 1 y 2 muestran el comportamiento observado en el cultivo de maíz, en la cual se observa que a medida que se incrementa la Lr aplicada, el RMS también aumenta. En esta misma Figura se aprecia el comportamiento de la EUAR. Al aumentar el valor la lámina de riego, se tiene valores bajos, al igual que el RMS disminuye del tto 1 al tto 3. Esto debido a la relación existente entre el RMS con respecto a la Lr aplicada. Una explicación a estos bajos rendimientos es que el cultivo estuvo sometido a estrés durante se crecimiento. Sin embargo, el tto 2 y el tto 3 tuvieron condiciones adecuadas de humedad durante las etapas de diferenciación de órganos reproductivos, inicio del crecimiento de la mazorca, inicio de emergencia de estigmas y grano lechoso con excepción de esta última etapa para el tto 3 tal como lo recomienda Reta *et al*., 2000. Aunque en este estudio solo se presenta los valores de RMS.

Tabla 2. Respuesta de las variables agrícolas de un maíz de ciclo intermedio a las 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	2.53a	48.3a	28.73a	13.80[a]	1.70a
2	56	2.13b	42.8a	31.05a	13.17[a]	2.3a
3	48	2.30ab	32.1b	28.43a	9.38b	1.95a

Tabla 3. Respuesta de las variables agrícolas de un maíz de ciclo precoz a las 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	2.45a	46.05a	34.20a	15.85[a]	1.96a
2	56	1.98c	36.83b	29.38a	10.80b	1.93a
3	48	2.00b	32.60c	30.95a	10.15c	2.11a

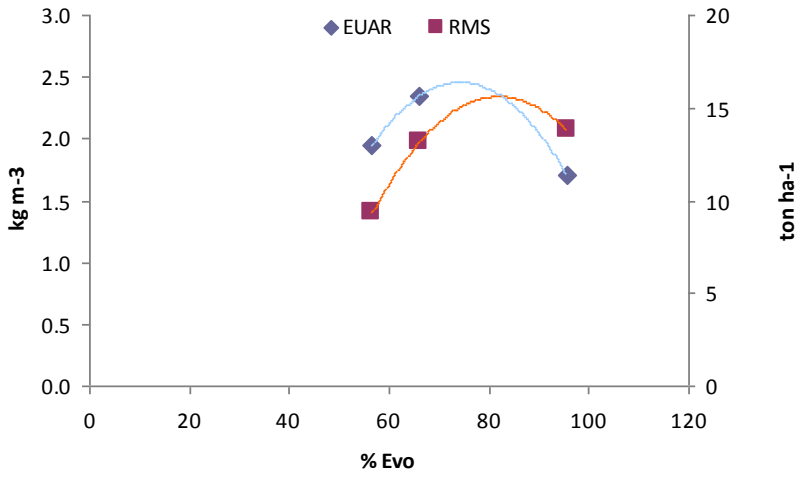


Figura 1. Comportamiento de la EUAR y RMS con respecto a la Lr aplicada en un maíz de ciclo intermedio.

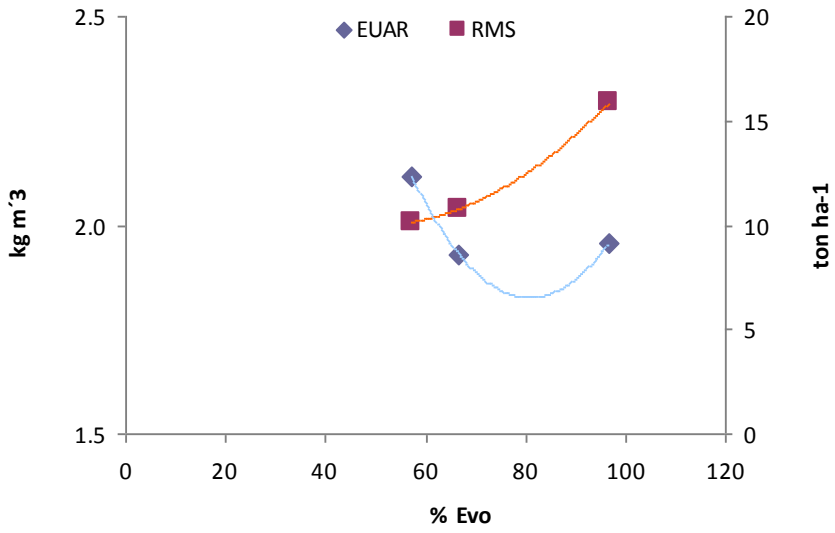


Figura 2. Comportamiento de la EUAR y RMS con respecto a la Lr aplicada en un maíz de ciclo precoz.

CONCLUSIONES

La mejor respuesta en las variables altura, RFV, RMS se encontró con una lamina de riego de 81 cm en maíz intermedio y maíz precoz la cual obedece al 97 y 96 % de la Evo libre directa del tanque evaporímetro clase ‘’A’’.

A medida que se disminuyó la cantidad de agua aplicada (por ende se incrementó el déficit de riego) al cultivo del maíz las variables agrícolas antes mencionadas se vieron afectadas negativamente.

No se encontraron diferencias significativas en EUAR para ninguno de los dos tipos de maíces aunque el aplicar un riego mas (tto 2) a los 88 dds no afecto considerablemente el RMS de este cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

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

FAO. Information System on Water and Agriculture, Aquastat. 2007.

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.FAO. Information System on Water and Agriculture, Aquastat. 2007.

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.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SAGARPA. 2012. Resumen económico de la comarca lagunera 2012. Balance agrícola y producción pecuaria en la comarca lagunera. Torreón, Coahuila. México.

COMPORTAMIENTO DEL RENDIMIENTO Y EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA EN SORGO SUDAN A DIFERENTES REGIMENES DE RIEGO

Anaya S. A.*1, Núñez H. G.1, Cruz Ch. J. J. 1, Faz C.R.1, Serrato M. H. A.1

1 INIFAP CIRNOC C.E. La Laguna
anaya.antonio@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El uso del agua en la agricultura a nivel mundial es intenso (72% del agua disponible) (FAO, 2007), aun y cuando tiene el propósito de producir alimentos que requiere la población. El crecimiento poblacional han convertido los recursos hídricos en bienes más escasos y caros los recursos de suelo y agua han tenido una creciente demanda hoy en día y los pronósticos no son alentadores (FAO, 2012). El agua siempre ha sido factor que limita la producción de los cultivos en el mundo, en las regiones áridas y semiáridas la escasa precipitación durante el año es insuficiente para los cultivos, 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 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 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 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, se pueden eliminar el estrés hídrico del cultivo, pero también reducirá la eficiencia de riego (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 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 aumentar la lamina de riego (Cruz y Núñez, 2012).

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*., 2009), 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. El objetivo del trabajo fue evaluar el rendimiento de materia seca y la eficiencia del uso del agua de riego del cultivo del maíz forrajero bajo diferentes láminas de riego aplicadas para poder optimizar su uso.

MATERIALES Y METODOS

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. el día 13 de julio del 2012 en un suelo de textura arcillosa**.** Se utilizo el hibrido de sorgo sudan Silo gota de miel. La densidad de siembra fue de 25 a 33 semillas m^{-1}, la separación entre surcos fue de 0.76 cm. La dosis de fertilización fue 140 – 80 – 00, N – P – K por ha^{-1}. Se aplicó todo el N y todo el P al momento de la siembra. Las fuentes de fertilización fueron Urea y MAP. Para la aplicación de las láminas de riego, se utilizaron datos de la evaporación libre histórica (4 años) del tanque evaporímetro clase “A” (Nimmo, 1964) posteriormente se ajustaron a la demanda atmosférica real. El número e intervalo de riegos varió en cada tratamiento. 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 forma precisa del volumen de agua a cada uno de los tratamientos ensayados se utilizó un medidor volumétrico previamente calibrado. La parcela experimental fue de 80 m^2. Se cosechó a los 69 dds en estado de embuche. La parcela útil fue de 36.5 m^2 para estimar el rendimiento de forraje verde (RFV) (t ha^{-1}). Posterior, se tomó una muestra de un kilogramo 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 materia seca 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), también se tomaron datos de altura en cinco plantas al momento de la cosecha. El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar con 4 repeticiones. 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 37, 38 y 56 cm que correspondieron a 63, 65 y 95% de la Ev_o directa del tanque evaporímetro clase "A". El número de riegos varió de dos a tres auxilios. El riego de presiembra se dió 10 días antes de la siembra (das), a partir de los 28 después de la siembra (dds) se aplicaron los tratamientos. El número de riegos de auxilios para cada tratamiento fue el siguiente: el tratamiento (tto) 1 tuvo 3 aux y a los ttos 2 y 3 se aplicaron (2 aux), todas las láminas de riego fueron diferentes (P<0.05). Ver tabla 1.

Tabla 1.calendario y láminas de riego aplicadas en el experimento al primer corte.

	Das	**Dds**			
	10	**28**	**40**	**52**	
Tto(#)	**Lr**(cm)				**Lr T**(cm)
1	14	10	15	17	56[a]
2	14	9	-	15	38[b]
3	14	9	-	14	37[c]

Das = días antes de la siembra, Dds = días después de la siembra, Tto = Tratamiento, LrT = Lámina de riego.

En experimentos pasados las LrT aplicadas al sorgo x sudan han sido de los 54 cm. Este valor es aproximado a los aplicados en los (tto)1 (Reta *et al*, 2010). En trabajos anteriores el numero de riegos manejados han sido de uno para presiembra y tres de auxilio (Núñez y Cantú, 2000), (Reta *et al*, 2010).

Variables agronómicas

La altura de la planta, fue diferente en todos los tratamientos (P<0.05), con valores de 1.73 a 2.33 m. El tto 1 tuvo la mayor altura de planta (2.33m). La altura promedio encontrada en este experimento (2.01 m) fue mayor a la encontradas de por Núñez y Cantú, (2000), de 0.9 a 1.6 m al primer corte de sorgo * sudan a los 60 dds.

El rendimiento de forraje verde (RFV), presentó valores de 30.75 (tto3) hasta 48.65 t ha^{-1} (tto1), con diferencia significativa entre todos los tratamientos (P<0.05).

El RMS presentó diferencia significativa con valores desde 2.88 a 5.75 ton $ha^{-1,}$. El (tto1) tuvo el valor más alto de RMS fue de 5.75 ton ha^{-1}.

El valor promedio en esta investigación fue de 3.99 t ha^{-1}. En general se obtuvieron aumentos en el RMS con el aumento de LrT. El RMS encontrado en trabajos anteriores fue de de 5.40 t ha^{-1} aproximadamente a los 55 dds (Nuñez y Cantú, 2000) y 14.81 t ha^{-1}(Reta *et al*, 2010) a los 106 dds. Es importante considerar los días a la cosecha, ya que es un factor que puede indicar mayor o menor rendimiento del cultivo debido a que se pueden dar varios cortes.

En %MS Hubo diferencia significativa, los valores fuerón desde los 9.33 (tto1) hasta 11.70 t ha^{-1} (tto3), el tto 1 presento el mejor comportamiento que los demás para ($P<0.05$).

La Figura 1 muestra que conforme se aplica una mayor LrT (por ende mayores % de Evo) los valores de RMS del cultivo tienden a aumentar. Los (tto2) y tto 3 tienen comportamientos similares en EUAR y RMS. El tto 1 presenta diferencia en estos valores, la respuesta recae en que este tipo de suelo arcilloso tiene una capacidad de retención de humedad de 10 cm m^{-1} (Saxton, 2012) y el aplicar Lr mayores a este valor provoca que una cantidad de agua no sea retenida a esta profundidad, por lo cual no puede ser aprovechada por el cultivo. Hubo una respuesta favorable del sorgo x sudan a incrementos de LrT.

Los valores de EUAR oscilaron desde 1.20 kg MS m^{-3} (tto1) hasta 1.53 (tto3). El tto que tuvo la mejor EUAR fue el tto 3 ($P<0.05$). El tto 2 tuvo un comportamiento estadísticamente similar a los demás ttos. El tto 1 presentó la respuesta más baja en EUAR.

Tabla 2. Variables de producción medidas.

Tto	**Lr**	**Altura**	**RFV**	**MS**	**RMS**	**EUAR**	**EUA**
#	Cm	Cm	ton ha^{-1}	%	ton ha^{-1}	kg MS m^{-3}	kg MSm^{-3}
1	56.0	2.33[a]	48.65a	11.70a	5.75a	1.20b	1.03a
2	38.0	1.98ab	33.15b	10.08b	3.35b	1.30ab	0.88ab
3	37.0	1.73c	30.75c	9.33c	2.88c	1.53a	0.775b

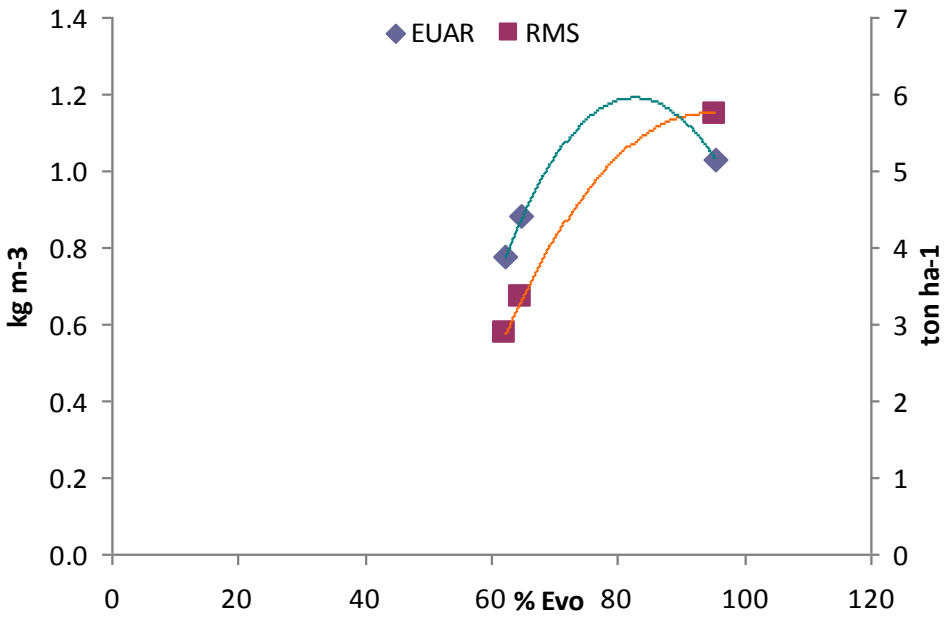


Figura 1. Comportamiento de la EUAR y RMS con respecto a la Lr aplicada en sorgo*sudan

CONCLUSIONES

La mejor respuesta en las variables altura, RFV, RMS y EUA se encontró con una lamina de riego de 56 cm en sorgo*sudan la cual obedece al 95 % de la Evo libre directa del tanque evaporímetro clase A.

A medida que se disminuyo la cantidad de agua aplicada (por ende se incrementó el déficit de riego) al cultivo del sorgo*sudan las variables agrícolas antes mencionadas se vieron afectadas negativamente.

La mayor EUAR fue encontrada al aplicar 37 cm de Lr, el aplicar laminas de riego más grandes en este tipo de suelo, con los mismos intervalos de riego (tto 2) no afecto el RMS de este cultivo aunque si afecto su EUAR.

Al considerar la Et_c para estimar la EUA, se observó una tendencia a la baja de este concepto al aplicar menores láminas de riego.

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

FAO. Information System on Water and Agriculture, Aquastat. 2007.

FAO, 2012. Crop Crop yield response to wáter, Irrigation And Drainage Paper No. 66: 12, 111-112.

Farias F.J.M., Quiroga G.H.M. y Quiroga V.E.J. 1982. Zacate sudan y cruzas de sorgo sudan alternativa para producir forrajes de verano en la Comarca Lagunera. Folleto para Productores No 3 Matamoros Coahuila México.

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.

Núñez H.G., Cantú B.J.E. 2000. Producción, composición química y digestibilidad del forraje de sorgo * sudan de nervadura café en la región norte de México. Técnica Pecuaria en México, vol. 38, # 003 México, México pp. 177-187.

Oktem A. 2008. Effect of water shortage on yield, and protein and mineral compositions of drip – irrigate sweet corn in sustainable agricultural systems.

Reta S.D.G., Cruz C.S., Palomo G.A., Serrato C.J.S. y Cueto W.J.A. 2010. Rendimiento y calidad de forraje de Kenaf en tres edades en comparación con maíz y sorgo * sudan nervadura café. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 1 (1) pp. 13-23

SAGARPA. 2011. Resumen económico de la comarca lagunera 2010. Balance agrícola y producción pecuaria en la comarca lagunera. Torreón, Coahuila. México.

Saxton K. E. and Rawls W. 2006. Soil Water Characteristic Software Version 6.02.74. USDA Agricultural Research Service – Department of Biológical Systems Engineering Washington State University. Http://hydrolab.arsusda.gov/soilwater/Index.htm. En la red enero de 2011.

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.

IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN MEDIANTE TÉCNICAS DE TRAMPEO EN PLAGAS DE PSILIDO O PULGÓN SALTADOR Y PICUDO EN EL CULTIVO DE CHILE EN LA REGIÓN DE NAZAS, DGO.

[(1)] Maria Guadalupe Medina Chavarria, [(2)] Héctor Zermeño González, [(1)] Claudia Morales García, [(2)] Evaristo Carrillo Castellanos [(3)] Ubaldo Nava Moreno

[(1)] Alumna de Ingeniería en agronomía del Instituto Tecnológico de Torreón (lupita_medinach@*hotmail.com*) [(2)] Maestro del Instituto Tecnológico de Torreón (*zermegon@yahoo.com.mx*) [(3)] Representante de la JLSV- RLDGO.

INTRODUCCIÓN

El manejo fitosanitario de los cultivos comprende una red de interacciones tan compleja que es difícil anticipar en qué momento se presentará un brote infeccioso o el incremento en la población de una plaga, cuál será la respuesta del cultivo ante la presión de éstos y lo qué es más crítico, qué medidas se deben tomar para evitar pérdidas significativas en la producción. Entre las variables más importantes involucradas en estas interacciones se encuentran las meteorológicas, como la temperatura, la precipitación y la humedad relativa, la condición fisiológica del cultivo, representada por la etapa de desarrollo, la nutrición, etc. y las que son intrínsecas al organismo dañino, esto es, la población inicial o presión de inoculo, el estadio de desarrollo, todo lo cual determina que la magnitud del efecto sobre el rendimiento varíe significativamente entre regiones y años. Por ello, en la actualidad el apoyo técnico y la intervención de SAGARPA, a través de la junta local de Sanidad Vegetal de la Región Lagunera de Durango, A. C., han establecido estrategias de manejo y control integral en el cultivo del chile. En el presente trabajo se plantea tener un mejor control de plagas mediante monitoreo con trampas de feromonas para el caso del picudo o barrenillo del chile, y trampas de papel amarillo con pegadura para detectar la presencia de adultos de paratrioza y muestreos mediante el método cinco de oros; con la finalidad de identificar, cuantificar y controlar las plagas en la producción del cultivo de chile en la comunidad de Benito Juárez, del Mpio. de Nazas, Dgo., ya que las plagas y enfermedades en hortalizas normalmente son el mayor temor de los productores debido a las pérdidas, ya que los daños que las plagas pueden causar a los cultivos son: daños a fruto: picudo, causantes de virus: paratrioza; Asimismo se contempla realizar acciones de control, utilizando el control químico, en base a insecticidas permitidos, para evitar contaminación al fruto, que si bien es cierto se estima que en promedio el control de plagas y enfermedades es aproximadamente de un 25 porciento del gasto total del costo de producción.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevo a cabo en la comunidad de Benito Juárez, del Mpio. de Nazas, Durango (Figura 1), en los alrededores del poblado, en las tierras de los señores Eloy Nevares, Pedro Zamora y Andrés Vargas, dentro de las coordenadas 25º 13´ 34´´ latitud norte y 104º 06´ 39´´ longitud oeste; a una altura de 1,250 msnm . Limita al norte con el poblado 10 de Abril; al oriente con Nazas; al sur con Adjuntas y al poniente con la Jarita.

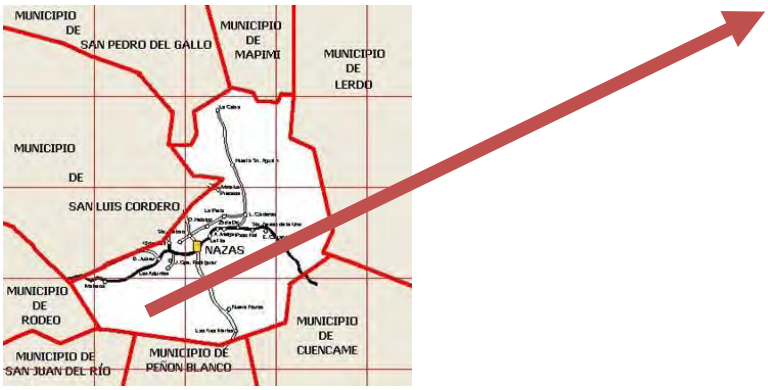


Figura 1. Localización del área donde se llevó a cabo el estudio en la comunidad de Benito Juárez, Mpio. de Nazas, Dgo., durante el ciclo agrícola primavera-verano 2013.

La presente investigación se llevo a cabo en la comunidad de Benito Juárez, del Mpio. de Nazas, Durango (Figura 1), en los alrededores del poblado, en las tierras de los señores Eloy Nevares, Pedro Zamora y Andrés Vargas, dentro de las coordenadas 25º 13´ 34´´ latitud norte y 104º 06´ 39´´ longitud oeste; a una altura de 1,250 msnm . Limita al norte con el poblado 10 de Abril; al oriente con Nazas; al sur con Adjuntas y al poniente con la Jarita.

Se seleccionó el área donde se colocaron las trampas quedando a 25 metros de distancia entre ellas, se utilizaron estacas para su colocación de un metro de altura. En el sitio de trampeo se colocan cuatro trampas en los cuatro puntos cardinales para detección de plagas de paratrioza y una al centro para picudo, se realizaron cinco monitoreos, uno por semana en ambos casos (Figura 2) En la paratrioza, el trampeo se contabilizó y cambió semanalmente. En el caso del picudo se hizo revisión semanal y el cambio cada tres semanas (únicamente se llevó a cabo uno, debido a que no se concluyó con el ciclo agrícola del cultivo).

Figura 2. Colocación de trampa para Paraparatrioza y para picudo del chile, en la comunidad de Benito Juárez, Municipio de Nazas, Dgo., durante el ciclo agrícola primavera-verano 2013.

Se utilizaron trampas amarillas rectangulares de 48 pulgadas de longitud con recuadros en pulgadas, impregnadas con pegamento con el objetivo de capturar adultos (Figura 3). Esta actividad se llevó a cabo en la comunidad de Benito, Juarez, Municipio de Nazas , Dgo.

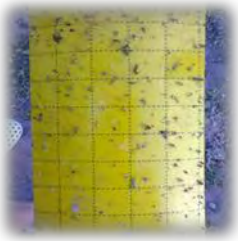


Figura 3. Identificación y captura de paratrioza, en la comunidad de Benito Juárez, Municipio de Nazas, Dgo., durante el ciclo agrícola primavera-verano del año 2013.

Descripción de las trampas para la captura del picudo del chile estas fueron trampas amarillas con feromonas, (de agregación y un atrayente alimenticio), en este caso únicamente se utilizó el de agregación (Figura 4), que nos sirvió para detectar adultos (pudieron ser machos y hembras) de picudo del chile y capturarlos. Las trampas también fueron de suma importancia, ya que manifestó la estimación de los niveles de población, es decir nos confirmó el momento de mayor captura (abundancia) y a su vez nos mostró el momento de proceder con medidas de aplicación de algún producto.

Figura 4. Trampas utilizadas para la captura y detección del picudo del chile, de Benito Juárez, Mpio. de Nazas, Dgo., durante el ciclo agrícola primavera-verano 2013.

Los muestreos para paratrioza *(Paratrioza cockerelli*), se utilizó el método cinco de oros (cinco puntos), utilizando una unidad de muestreo de un metro cuadrado tomándose cinco unidades de muestreo por predios de una hasta cinco hectáreas, se examinaron 25 hojas (cinco hojas por unidad de muestreo en la parte basal de la planta), se analizó y cuantificó únicamente el adulto presente, sin dejar de observar las hojas inferiores del chilar para ver la manifestación de la ninfa y huevecillo. Como lo muestra la Figura 5.

Figura 5. Presencia de huevecillo y ninfa del cultivo de chile en la Comunidad de Benito Juárez, Mpio. de Nazas, Dgo., durante el ciclo agrícola primavera-verano 2013.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el predio donde se realizó el manejo cultural (deshierbe) y se aplicó insecticida mostró la incidencia más baja (0.2 porciento) de adultos en la propiedad. En la parcela donde únicamente se realizó el control cultural, la infestación fue 2.8 porciento. En la finca que no realizó control cultural en tiempo, ni aplicó insecticida, presentó el valor más alto 3.25 porciento. En las Figuras 6, 7 y 8, se muestran el comparativo del porcentaje de infestación de paratrioza

capturado en trampa, el comparativo de muestreo por el método cinco de oro aplicando producto químico, el comparativo sin aplicación de productos químicos, respectivamente.

Figura 6. Porcentaje de incidencia de la paratrioza en el cultivo de chile por efecto de la temperatura, en la comunidad de Benito Juárez, Mpio. De Nazas, Dgo., durante el Ciclo Agrícola Primavera-Verano 2013.

Figura 7. Porcentaje de incidencia de la paratrioza en el cultivo de chile en un predio muestreados por efecto de la temperatura, en la comunidad de Benito Juárez, Mpio. De Nazas, Dgo., durante el Ciclo Agrícola Primavera-Verano 2013,

Figura 8. Porcentaje de incidencia de la paratrioza en el cultivo de chile en un predio muestreado por efecto de la temperatura, en la comunidad de Benito Juárez, Mpio. De Nazas, Dgo., durante el Ciclo Agrícola Primavera-Verano 2013.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos del presente estudio obtenido en el cultivo de chile, se observó que la población más alta de paratrioza, se obtuvo en la parcela donde no se llevó en el tiempo programado el control cultural y que no se aplicó insecticida al momento de detectarse la presencia del primer adulto (plagas). El predio que realizó el manejo cultural de malezas y aplico insecticidas en tiempo y forma, presentó la incidencia más baja de plagas de adultos.

BIBLIOGRAFÍA

Becerra, F. A. 1989. Biología de *Paratrioza cockerelli* Sulc y su relación con la enfermedad del "Permanente del tomate" en el Bajío. Tesis de Licenciatura. Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Querétaro, México. p 55.

CESAVEG, MANEJO INTEGRADO DE LA PARATRIOZA. Disponible en red: http://www.cesavem.org/divulgacion/paratrioza/FOLLETO%20PARATRIOZA.pdf (verificado el 25 de Marzo 2013). Folleto No. 20 pp 2-3.

García, H.,J.L; Salazar, S.,E; Orona, C., I; Fortis, H.,M y Trejo, E.,H.M. 2010. Agricultura Orgánica 1era. Parte. ESTIMULACION DEL CRECIMIENTO EN **Capsicum annum L**. INOCULADAS CON *Azospirillumhalopraeferens*. p. 246.

Garzón, T. J. A. Garza, C.A; y Bujanos, M.R. 1986. Determinación del insectovector de la enfermedad de tipo viral "permanente del tomate"(LycopersiconesculentumMill.) en la región del Bajío, In: XIII CongresoNacional de Fitopatología. Tuxtla Gutiérrez, Chis. Resúmenes SociedadMexicana de Fitopatología, AC. p 30.

Garzón, T. J.A., Bujanos, M.R; y Marín, J.A. 2007. Manejo integrado de Paratrioza (Bactericera Cockerelli Sulc.) CENTRO DE INVESTIGACION REGIONAL DEL NOROESTE. INIFAP. CAMPO EXPERIMENTAL VALLE DE CULIACAN, CULIACAN, SINALOA, MEXICO. Folleto para productores No. 54. pp 4-11. Disponible en red: http://www.conpapa.org.mx/pdf/publi_ManualParatrioza.pdf (Verificado el 12 de mayo 2013).

INIFAP 2010, Recopilación y análisis de la información existente de las especies del género Capsicum que crecen y se cultivan en México. Campo Experimenta Bajío. Disponible en la red:http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/meiq/celis_c_a/capitulo4.pdf (verificado el 30 de Abril 2013).

SAGARPA, Manejo integrado de la paratrioza. JUNTA LOCAL DE SANIDAD VEGETAL DEL ESTADO DE MEXICO. Disponible en la red: www.cesavem.org. (Verificado el 18 de mayo 2013).

APTITUD COMBINATORIA EN CRUZAS DE GIRASOL CULTIVADO X SILVESTRE (*Helianthus annuus* L.) PARA LA PRODUCCIÓN DE ACEITE

Mariela Olguín Villeda 1*, Armando Espinoza Banda 1, José Luis Coyac Rodríguez1, Oralia Antuna Grijalva 1, Salvador Godoy Ávila1

[1] Departamento de Fitomejoramiento, Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Unidad Laguna. Periférico y Carr a Santa Fe, S/N. C.P. 27054. Torreón, Coahuila. E-mail: mariela-olguin1@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El girasol es una especie cuya semilla tiene un alto contenido de aceite, el cual se utiliza en la alimentación humana y en la industria. La principal característica de esta oleaginosa es la tolerancia a la sequía y a bajas temperaturas, (Hortelano, 1975), lo cual permite ser un cultivo factible de usarse para su explotación como aceite comestible en la Comarca Lagunera, con lo cual existe la posibilidad de obtener buenas ganancias para el agricultor.

El aceite de girasol comenzó a producirse con un destino comercial en Rusia alrededor de 1830, comenzando de igual forma a seleccionar por mayor contenido de aceite, llegando hasta la década de 1920 donde se establecieron los primeros programas de mejoramiento genético en la Unión Soviética, logrando que en 1940 el contenido de aceite en la URSS promediara 45% (Fernández y Re, 2006).

En nuestro país, el girasol se cultiva principalmente en el Noreste y Centro, cultivando principalmente por tradición el estado de Tamaulipas, a tal grado que la producción en este estado ha sido de poco más de la mitad de la producción que se obtiene a nivel nacional (Ortega y Ochoa, 2003).

El girasol cultivado es una de las principales especies anuales productoras de aceite en el mundo, junto con la soya (*Glycine max* L.) y la canola (*Brassica rapa* L.); por ello el mejoramiento y mantenimiento de altos porcentajes de aceite en los aquenios, es un objetivo prioritario en el desarrollo de variedades de girasol (Putt, 1997).

Aunque el aceite de la semilla de las variedades de girasol es considerado de buena calidad para propósitos comestibles, el desarrollo de nuevas variedades con alto contenido de ácido oleico es actualmente, un punto importante en el mejoramiento genético (Martínez et al., 1993),

El objetivo del presente trabajo fue estimar los efectos de aptitud combinatoria general y especifica en cruzas de girasol cultivado por silvestre,para la identificación de genotipos con buen rendimiento de grano y contenido de aceite.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron 16 cruzas obtenidas bajo un diseño de apareamiento Carolina del Norte II (Comstock y Robinson, 1952). El grupo de las hembras estuvo conformado por cuatro líneas enanas derivadas de la variedad sintética SANE1 y el grupo de los machos fueron cuatro colectas silvestres, tal como se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1Híbridos y Progenitores de Girasol (Enanos y Silvestres) y sus Cruzas.

♀/♂	**II**	**III**	**VI**	**VIII**
7	7xII	7xIII	7xVI	7xVIII
51	51xII	51xIII	51xVI	51xVIII
54	54xII	54xIII	54xVI	54xVIII
60	60xII	60XIII	60xVI	60xVIII

El experimento se estableció en el ciclo primavera-verano de 2007, en el CampoAgrícola Experimental de la UAAAN (25°33'25 LN, 103°22'16 LO, 1124 msnm), bajo undiseño experimental de bloques al azar, con dos repeticiones; la parcelaexperimental fue de un surco de 4 m, con 0.76 m de separación entre surcos, y 0.4 mentre plantas, para tener una densidad de población aproximada de 33 mil plantas ha^{-1}. La siembra se realizó el 23 de marzo de 2007. El sistema de riego fuepor goteo (cintilla). Las labores de manejo consistieron enfertilización, riego y control de plagas y malezas, de acuerdo a las recomendaciones parael cultivo de maíz en la región (Reta *et al*., 2002).

Se cuantificaron variables agronómicas y de rendimiento como: Días a Emergencia (DEM), Días a Aparición de Botón (DAP), Días a Inicio de Floración (DIF), Días a Final de Floración (DFF), Numero de Hojas (NH), Diámetro Interno del Capitulo (DIC), Rendimiento (REND) y contenido de Aceite (ACEITE). El contenido de aceitese determinó mediante una muestra de 25 gramos de semilla enviada al Laboratorio de Calidad de Semillas de la UAAAN-Unidad Saltillo.

Dichas variables se sometieron a un análisis de varianza, empleando el paquete estadístico SAS v9.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuadros medios del análisis de varianza

Se observó que en el factor Machoshubo diferencias ($P \leq 0.05$) para las variables DEM y REND, y para NH, DIC y ACEITE ($P \leq 0.01$) (Cuadro 2). Esto indica que los Machosdeterminan diferencias de sus híbridos para los caracteres emergencia, rendimiento, numero de hojas y

diámetro interno de capitulo, así como el contenido de aceite. Para el caso de las Hembrashubo diferencias (P≤0.01) en DAB, NH, DIC, REND y ACEITE. Por otra parte, la interacción H*M (híbridos), las variables que mostraron diferencias fueron DIF, NH, DIC, REND y ACEITE. Lo anterior indica que en estas variables los híbridos mostraron un efecto de tipo heterotico

Cuadro 2Cuadrados Medios bajo el Diseño II de Carolina del Norte

		DEM	**DAB**	**DIF**	**DFF**	**NH**	**DIC**	**REND**	**ACEITE**
FV	**gl**	**Días**					**cm**	**Kg/parcela**	**%**
Rep	1	0.13	5.28	18.47*	61.42*	15.04	4.62	0.00	0.17
H	3	2.04	15.03**	3.78	8.26	52.61**	0.57**	0.067**	13.78**
M	3	3.37*	3.28	1.18	2.92	18.59**	2.96**	0.02*	135.49**
H*M	9	0.85	5.45	6.95*	7.62	13.55**	2.26**	0.08**	40.75**
Error	15	0.74	2.22	2.39	2.95	3.42	0.32	0.01	0.82
Total	31								
CV %		12.8	3.2	3.7	4.6	7.2	14.8	13.1	2.9

*, **= Significativo al 0.05 y al 0.01 de probabilidad, respectivamente**; DEM=** Días a Emergencia; **DAB=** Días a Aparición de Botón; **DIF=** Días a Inicio de Floración; **DFF=** Días a Final de Floración; **NH=** Numero de Hojas; **DIC=** Diámetro Interno del Capítulo; REND = Rendimiento; Aceite = Contenido de Aceite

Aptitud Combinatoria General

El macho II presento diferencias positivas (P≤0.05) para la variable DEM y negativas para DIC, REND y ACEITE (Cuadro 3), mientras que el macho III fue positivopara NH, REND y ACEITE; en el caso del macho VI las diferencias fueron positivas para DIC y ACEITE,y negativas para DEM y REND. Respecto al macho VIII, éste presento diferencias positivaspara las variables DIC y ACEITE. El macho VI contrasta con el macho II, ya que el primero hereda en sentido negativo para DEM y PR y positivo para DIC y ACEITE en tanto el macho II hereda positivamente para DEM y PR y negativamente para DIC y ACEITE lo cual coincide en lo expuesto por Ortiz (1989).

Cuadro 3 Efectos de aptitud combinatoria general y específica en cruzas de girasol cultivado x silvestre para la producción de aceite

	DEM días	DAB	DIF	DFF	NH	DIC cm	REND Kg/parc	ACEITE %
	HEMBRAS							
7	-0.69*	2.03*	-0.88	-1.26	3.07*	0.21*	0.03*	1.93*
51	-0.07	-0.6	-0.09	-0.38	-1.66	-0.21*	-0.01*	-0.44*
54	0.32	-0.47	0.8	1.01	1.11	0.25*	0.09*	-0.49*
60	0.44*	-0.97	0.16	0.62	-2.53*	-0.25*	-0.12*	-1.01*
	MACHOS							
II	0.68*	-0.09	-0.38	-0.88	-1.81	-0.85*	-0.03*	-5.90*
III	-0.19	-0.59	-0.09	0.25	1.92*	0.09	0.01*	0.69*
VI	-0.81*	0.91	-0.09	0.12	-0.02	0.19*	-0.05*	3.58*
VIII	0.31	-0.21	0.55	0.5	-0.1	0.59*	0.07*	1.64*
	CRUZAS							
7xII	0.31	-0.66	-2.41*	-2.46*	0.04	-0.3	-0.17*	3.63*
7xIII	0.18	-0.66	1	1.01	-0.39	0.26	0.10*	-3.76*
7xVI	-0.19	1.34	1	1.14	-0.05	-0.54	0.15*	-0.43
7xVIII	-0.32	-0.04	0.37	0.26	0.33	0.56	-0.08*	0.56
51xII	-0.81	-0.53	0.5	-0.24	-1.23	-1.48*	-0.11*	0.24
51xIII	0.06	-0.53	-0.29	0.13	0.84	0.88*	-0.03	5.94*
51xVI	0.69	-0.03	-0.79	0.26	-1.12	0.88*	-0.14*	-7.63*
51xVIII	0.06	1.09	0.58	-0.12	1.46	-0.32	0.27*	1.45*
54xII	-0.19	-1.16	-0.88	-0.62	-3.40*	0.06	-0.01	-2.05*
54xIII	0.68	1.34	-0.17	-0.75	-0.53	-0.98*	0.03	1.16*
54xVI	-0.69	1.34	2.33*	1.88*	3.41*	0.62*	0.18*	2.55*
54xVIII	0.18	-1.54	-1.3	-0.5	0.59	0.32	-0.19*	-1.66*
60xII	0.69	2.34*	2.75*	3.26*	4.54*	1.66*	0.29*	-1.82*
60xIII	-0.94*	-0.16	-0.54	-0.37	0.11	-0.08	-0.10*	-3.35*
60xVI	0.19	-2.66*	-2.54*	-3.24*	-2.25*	-1.08*	-0.19*	5.51*
60xVIII	0.06	0.46	0.33	0.38	-2.37*	-0.48	0	-0.34

La hembra 7 presento diferencias positivas para las variables DAB, NH, DIC, REND y ACEITE mientras que para DEM fue negativa; la hembra 51 presento magnitudes negativas para DIC, REND y ACEITE, mientras en la hembra 54 sucedió lo contrario ya que presento un valor positivo significativo para DIC y REND y un valor negativo para ACEITE. En relación a la hembra 60 el valor fue positivo para DEM y cinco negativos (PR, NH, DIC, REND y ACEITE). La hembra 7 contrasta con la 60 en las variables DEM, NH, DIC, REND y ACEITE; en tanto la 51 contrasta con la 54 en DIC y REND ya que en las variables en las cuales una hembra es positiva, la otra tiende a ser negativa y viceversa.

Aptitud Combinatoria Específica (ACE)

En general todas los híbridosmostraron diferencias (P≤0.05) tanto positivas como negativas, para una o más características (Cuadro 3), resaltando las cruzas 60xII y 60xVI con ocho casos, y 54xVI con siete, las cuales coinciden casi en las mismas variables que las cruzas 60xII y 60xVI, a excepción de la ausencia de significancia en DAB.

En la cruza 60xII, ambos padres poseen valores positivos y negativos de las cuales la hembra 60 tiene cinco valores negativos y un positivo y el macho II tiene dos valores positivos y tres negativo de ACG, lo que se refleja en la cruza ya que presento todos sus valores positivos para las variables DAB, DIF, DFF, NH, DIC y REND lo cual indica que esta cruza es de naturaleza más tardía y por consiguiente tarda más días para iniciar y terminar su floración, con una mayor cantidad de hojas y diámetro de capítulomás grandes, lo cual es importante para el rendimiento de grano, aunque también repercute en el contenido de ACEITE. La cruza 60xVI presentó valores negativos significativos en la variables DAB, DIF, DFF, NH, DIC y REND, esto indica que disminuyen cuantitativamente sus atributos como menos días a floración, menos duración de la flor, menor número de hojas y menor rendimiento de grano, pero repercute en un valor positivo de ACEITE. La cruza 54xVI presentódiferencias positivas para las seis características mencionadas, al contrario de las dos cruzas anteriores destaca que los valores positivos de DIF, DFF, NH, DIC y REND también determinan un valor positivo para ACEITE.

CONCLUSIONES

Los factores hembra, y la interacción macho x hembra determinaron mayor significancia para la mayoría de las variables evaluadas. En relación a la ACG, las variables REND y ACEITE mostraron diferencias para todos los progenitores; de modo similar, los efectos de ACE fueron significativos para las mismas variables. Es factible utilizar el material genético con el que se cuenta para producir variación y realizar selección con el propósito de obtener líneas y /o variedades sintéticas con buena producción de grano y altos contenidos de aceite.

BIBLIOGRAFÍA

Comstock, R. E., and H. F. Robinson. 1952. Estimation of average dominance of gene. In: J. W. Gowen (Ed.) Heterosis. Hafner Publishing Company. NY. pp.: 494-516.

Fernández, A y Ré, J. 2006. Mejoramiento Genético del Girasol. http://www.girasolsd.com.ar/vertext.php?contenidoid=MTQ (Revisado el 25 de Agosto del 2007).

Hortelano, M, E. 1975. El Cultivo del Girasol en el Bajío. Folleto para Productores No 27. SARH-INIFAP-CIAFAEG. Celaya, Guanajuato. pp 5.

Martínez, J.F., Muñoz, J., Arnaud, J.G. 1993. Performance of Near-Isogenic High and Low Oleic Acid Hybrids of Sunflower. Crop Sci. 33:1158–1163.

Ortega R, C., y Ochoa B, R. 2003. El Girasol Mexicano. Claridades Agropecuarias. No 120. ASERCA-SAGARPA. pp 3-14

Ortiz S., A. Z. 1989. Estudios de Heterosis, Heterobeltiosis y Heterosis útil en Ocho Líneas Enanas de Girasol con Alto Potencial Agronómico. Tesis de Licenciatura, Fitotecnia. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, pp. 72 – 76.

Putt E D. 1997. Early History of Sunflower. *In*: Sunflower Technology and Production. A Schneiter (ed). ASA, CSSA, SSA, USA. pp. 1-19.

Reta S, D. G., J. S. Carrillo A., A. Gaytán M., E. Castro M., y J. A. Cueto W. 2002. Guía para Cultivar Maíz Forrajero en Surcos Estrechos. INIFAP-CIRNOC-CELALA. Folleto para Productores Núm. 5. Matamoros, Coah., México

EVALUACIÓN DE LA ADAPTACIÓN DE CINCO PORTAINJERTOS CLÓNALES DE DURAZNO (PRUNUS PÉRSICA L.) COMO ALTERNATIVA PARA SUELOS CALCÁREOS Y SALINOS EN AGUASCALIENTES.

Cesar Fernando Perales-Vega[1], Angel Lagarda Murrieta[2], Miguel Angel Perales de la Cruz[3], y Joaquín Madero Tamargo[2].

INTRODUCCIÓN

El duraznero fue introducido al Continente Americano en el siglo XVI, primero en las zonas del Golfo de México de donde gradualmente se extendió prácticamente a todas las regiones con inviernos definidos, desde ambientes tropicales donde coexiste con la vainilla (Papantla, Ver.) hasta las regiones frías en las Montañas (2500-2800 msnm), y desde el sur de Canadá a Chile (Pérez, 2007).

En México en la actualidad el durazno se cultiva en 24 entidades. La producción importante se localiza en áreas definidas del territorio nacional, como Nuevo Casas Grandes, Chih. con 2,500 has, alto nivel de tecnología, variedades de pulpa amarilla, hueso despegado y rendimiento medio de 19.1 ton/ha. Simultáneamente, Aguascalientes y Morelos le siguen con rendimientos por ha importantes (10.9 y 11.2 ton/ha respectivamente), alto nivel de tecnología, variedades de pulpa amarilla, hueso pegado, más firmeza y mejor vida de anaquel. Zacatecas cuenta con la mayor superficie cultivada en México (21,639 ha), seguido de Michoacán (4,570 ha) y estado de México (3101 ha), pero con los rendimientos más bajos, 2.0, 7.0 y 8.9 ton/ha., respectivamente (Canasta Agropecuaria, 2010).

Por lo general el portainjerto predominante en los huertos de durazno a nivel nacional es el franco de semilla criolla que seleccionado de árboles de un porte vigoroso, pero con la desventaja de ser susceptibles a problemas de enfermedades de la raíz, nemátodos del suelo, cánceres bacterianos y hongos, así como a problemas de salinidad de suelo y agua, pH alto, suelos pesados, sequía, etc. Específicamente en Aguascalientes se estima que un 90% de la superficie plantada está con el portainjerto franco de semilla y el resto con portainjertos clonales y de semilla como Nemaguard, Nemared, y Lovell (Perales *et al* 2011).

En el presente trabajo se evaluarón portainjertos clonales, de diferentes orígenes con el objetivo de: Evaluar la sobrevivencia, fenología y rendimiento económico del uso de portainjertos del cultivo de duraznero en suelos calcáreos y salinos.

Hipótesis. El uso de portainjertos clonales de durazno en el estado de Aguascalientes permite alargar la vida productiva del árbol así como la calidad y rendimiento de fruta en suelos calcáreos y salinos.

MATERIALES Y MÉTODOS.

La presente investigación se desarrolló durante el ciclo 2012 en el municipio de Aguascalientes, Ags., en plantaciones de dos años de edad de los lotes de producción del "Rancho Cuauhtémoc" ubicado en las coordenadas geográficas 21°4455.71'' LN y 102°17'19.80'' LW a una altitud de 1897 msnm y Granja Elsa en la comunidad Vista Alegre ubicada en las coordenadas geográficas 21°47'02.14'' LN y 102°15'53.57'' LW a una altitud de 1906 msnm, ambos sitios propiedad del productor cooperante Ing. Teodoro U. Olivares Ventura. La evaluación se desarrolló bajo condiciones de riego incluyendo los portainjertos clonales GF-677, Cadaman, Garnem, Barrier y Bailey y el criollo regional (de hueso) "Don Pancho" como testigo. Los seis tratamientos de portainjertos se evaluaron bao un diseño experimental bloques al azar con 5 repeticiones, la parcela total fue de 6 árboles y como parcela útil se tomó un árbol central. El marco de plantación de las parcelas experimentales fue de 2 m entre plantas y 4 m entre hileras, generando una densidad de plantación de 1,250 plantas por hectárea. Las variables evaluadas fueron días a cosecha, sobrevivencia, altura de planta, área seccional del tallo, diámetro de fronda, tolerancia a salinidad, volumen radicular y rendimiento y calidad de fruta. El análisis estadístico de las variables medidas se realizó mediante el programa SAS.

Resultados y Discusión. El análisis de los resultados reveló que el ciclo de cultivo de la variedad Cuauhtémoc sobre los portainjertos clonales evaluados fue semejante al testigo solo en genotipo portainjerto Cadaman iniciando la brotación el 18 de febrero y madurez de cosecha el 12 de julio, en tanto que en el resto de los portainjertos la brotación ocurrió el del 25 de febrero al 4 de marzo y la madurez para inicio de cosecha del 25 de julio al 5 de agosto; situación que puede atribuirse a que los protainjertos evaluados son de mayores requerimientos de horas frío.

En el Cuadro 1, se presentan los cuadrados medios resultantes de las variables de interés económico, el rendimiento de fruta fresca y número de frutos, observándose significancia estadística al 99% de probabilidad para la fuente de variación de interacción Localidad x Portainjerto en rendimiento de fruta y al 95% de probabilidad para número de frutos.

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza del rendimiento y número de frutos.

Fuente de Variación	G.L.	Rendimiento	Número de frutos
Repeticiones	4	91046.000^{NS}	61248512.000^{NS}
A=Localidad	1	922248.000^{NS}	130537472.000^{NS}
B=Portainjerto	5	3014056.000**	842629120.000**
Interacción AxB (Localidad x Portainjerto)	5	1491233.625**	307437568.000*
Error	44	256782.734	112762696.000
Total	59		
CV		47.41 (%)	

*= Significancia al 0.05, **= Significancia al 0.01 y NS= No Significativo.

El rendimiento promedio de fruta por hectárea de la variedad Cuauhtémoc sobre los seis portainjertos evaluados se presenta en el Cuadro 2, observándose que fue Cadaman el genotipo en el que el rendimiento fue estadísticamente superior con 2.385 ton/ha, seguido por GF-677 con 1.776 ton/ha y Garnem con 1.295 ton/ha, situándose al final de la evaluación el genotipo Bailey con 0.166 ton/ha.

Cuadro 2. Rendimiento promedio de fruta de la variedad de durazno Cuauhtémoc sobre seis portainjertos en Aguascalientes 2012.

PORTAINJERTO	RENDIMIENTO (ton/ha)
Cadaman	2.385 A
GF-677	1.776 AB
Garnem	1.295 BC
Barrier	1.107 BCD
Don Pancho	0.426 CD
Bailey	0.166 D
Tukey=$_{0.05}$	0.955

La comparación del rendimiento promedio individual de cada uno de los portainjertos evaluados en las dos localidades, reveló que solo el portainjerto Cadaman fue estadísticamente superior en la localidad Granja Elsa, en tanto que el Criollo Don Pancho fue estadísticamente superior su

promedio en el rancho Cuauhtémoc que en Granja Elsa (Figura 1). El resto de los portainjertos evaluados, no registraron diferencia estadística en la interacción con las dos localidades de prueba, aún y cuando los valores numéricos muestran un amplio rango entre ellos.

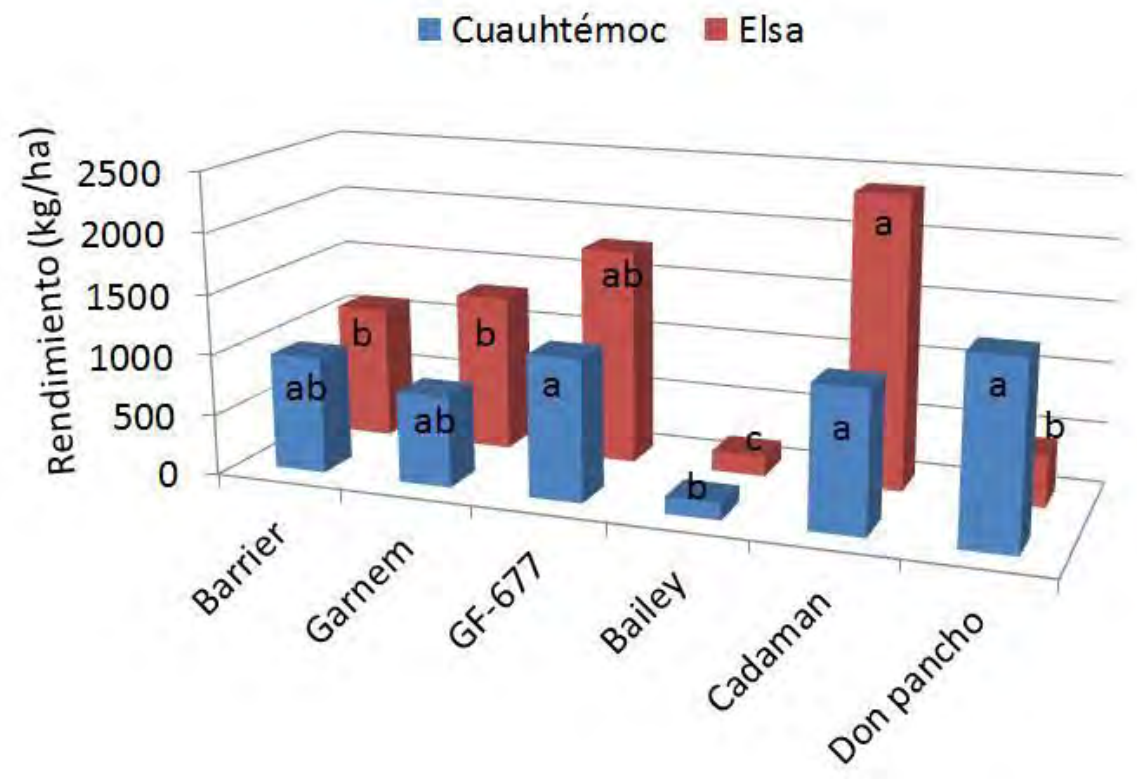


Figura 1. Comportamiento del rendimiento promedio de seis portainjertos de durazno en dos localidades de Aguascalientes en 2012.

Los resultados encontrados en la presente evaluación respecto al rendimiento de fruta, coinciden con los obtenidos por Román (2004) y Sotomayor (2008) quienes concluyeron que Cadaman fue el que material que en sus estudios registró mayor vigor en todas las variables.

Respecto a la variable tolerancia a salinidad, se observa en la Figura 2, que el portainjerto Bailey junto con Don Pancho manifestaron los mayores valores promedio de susceptibilidad (5), seguidos por Barrier con susceptibilidad media (2.8) y Cadaman, GF-677 y Garnem como tolerantes a la salinidad con valores promedio de 1.0 ausentes de sintomatología de clorosis en el follaje en valores promedios de conductividad eléctrica de 7.8mmh.

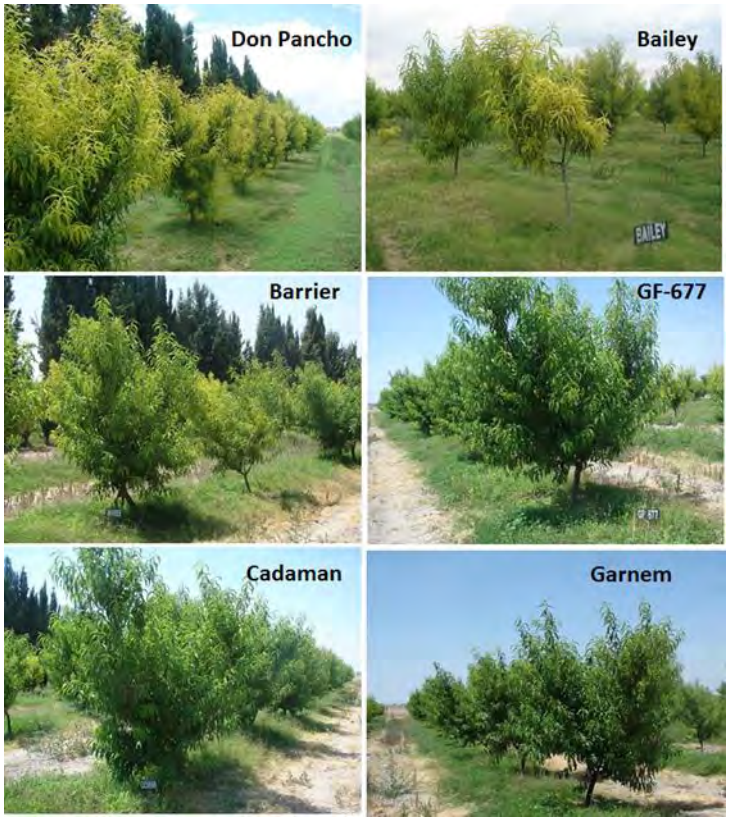


Figura2. Reflejo clorótico de tolerancia y/o resistencia a la salinidad en seis portainjetos de durazno en el estado de Aguascalientes.

El valor promedio del volumen radicular reveló que Garnem con 284.80cm3 y Cadaman con 277.40 cm3 fueron estadísticamente superiores al resto de los portainjertos evaluados. Considerando que en esta variable se detectó significancia estadística en la fuente de variación localidades, se procedió a analizar los resultados de la prueba para las localidades en estudio, encontrando que en el rancho Cuauhtémoc se registró el mayor valor promedio de volumen radicular en los portainjertos evaluados con 230.63 cm^3, superando a granja Elsa que registro un promedio de 218.60 cm^3 ($Tukey_{0.05=9.10}$). Los resultados presentados hasta el momento siguen poniendo de manifiesto la superioridad del portainjerto Cadaman, seguido por GF-677 y Garnem, resultados semejantes a los reportados por Gil (2006), quien reporta a Garnem y GF-677 como superiores en cuanto al área seccional de tallo.

Las características que hacen ser particularmente importante el durazno del estado de Aguascalientes en el mercado local, regional y nacional, son el color amarillo del fruto, hueso pegado y dulzura, las cuales son conservadas en los portainjertos sobresalientes de la evaluación, las cuales son conservadas sobre los portainjertos evaluados (Cuadro 3).

Cuadro 3. Rendimiento de fruta y principales características observadas en la evaluación de seis portainjertos de durazno en dos localidades del estado de Aguascalientes 2012.

PORTAINJERTO	REND. (Ton/Ha)	NÚM. DE FRUTOS/ HA	PESO DE FRUTO (gr)	ESPESOR DE PULPA (cm)	GRADOS BRIX
Barrier	1.034	23,625	89-110	2.4-2.7	11.8-13.7
Garnem	1.022	23,475	117-127	2.5-3.0	12.7-14.3
GF-677	1.471*	23,625	118-129	2.6-3.0	12.8-15.1
Bailey	0.152	4,250	45-60	1.5-1.7	10.3-13.4
Cadaman	1.769*	31,875	128-138	2.7-3.1	12.3-14.8
Don Pancho	0.961	24,000	110-120	2.5-2.9	12.8-14.9

CONCLUSIONES

En base a los resultados presentados se puede concluir que Cadaman y GF-677 fueron los genotipos que manifestaron la mejor adaptación a las condiciones agroclimáticas de la parte sur del estado de Aguascalientes.

BIBLIOGRAFÍA

Canasta Agropecuaria 2010. El durazno mexicano, un mercado por explorar.

Gil de Bernabé S, M. 2006. Patrones de melocotonero. Dossier Técnic. Núm. 17.

Perales, C.M.A., Galindo, R. y M.A. Perales V. 2011. Evaluación de portainjertos clonales de durazno en el estado de Aguascalientes. En: III Congreso Internacional Agrociencias 2011, La Habana Cuba. 19 al 21 de Octubre de 2011.

Pérez G, S. 2007. Duraznero, Ecofisiología, Mejoramiento genético y Manual para su cultivo. Universidad Autónoma de Querétaro.

CRECIMIENTO Y PRODUCCIÒN DEL FRIJOL A DOS TONALIDADES DE ACOLCHADO PLÁSTICO CON RIEGO SUBTERRÀNEO

Morales M., G. D.[1]; Covarrubias R., J. M.[2]*; Briones S., G.[1]; Royas P., C.[1]

[1] Depto. de Riego y Drenaje. UAAAN . [2]* C. E. Saltillo, INIFAP. covarrubias.juan@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Se entiende por fertirrigación a la aplicación de los fertilizantes disueltos en el agua de riego, de una forma continua o intermitente. Esta práctica se asocia básicamente con los sistemas de riego localizados de alta frecuencia (goteo y microaspersión). La fertirrigación comienza en el cabezal de riego, en donde son mezclados los fertilizantes (solución madre) e inyectados al sistema. Posteriormente esta disolución es conducida por tuberías y localizada en el suelo, donde puede ser absorbida por las plantas (Ferreyra *et.al*., 2005).

El riego localizado o riego por goteo es la aplicación del agua al suelo, en una zona más o menos restringida del volumen radicular. Sus principales características son: - utilización de pequeños caudales a baja presión. - localización del agua en la proximidad de las plantas a través de un número variable de puntos de emisión - al reducir el volumen de suelo mojado, y por tanto su capacidad de almacenamiento, se debe operar con una alta frecuencia de aplicación, a dosis pequeñas.

Una importante reducción de la evaporación del suelo y de las pérdidas por percolación y lixiviación (Cadahía, 1998), lo que trae una reducción significativa de las necesidades netas y brutas de agua. No se puede hablar de una reducción en lo que se refiere a la transpiración del cultivo, ya que la cantidad de agua transpirada es una característica fisiológica de la especie. Al contrario, se puede pensar que la transpiración del cultivo en riego localizado sería generalmente superior a la que se observaría en riego que cubre totalmente la superficie del suelo (riego por aspersión) debido al efecto de "ropa tendida" o "efecto oasis", que incrementa la parte adjetiva del proceso de evaporación a la superficie de las hojas.

Las desventajas del riego por goteo es que tiene costo elevado de la instalación, un alto riesgo de obturación de los emisores, y el consiguiente efecto sobre la uniformidad del riego. Esto puede ser considerado como el problema número uno en riego localizado y a presencia de altas

concentraciones de sales alrededor de las zonas regadas, debida a la acumulación preferencial en estas zonas de las sales. Esto puede constituir un inconveniente importante para la plantación siguiente, si las lluvias no son suficientes para lavar el suelo (Huanca, 2008).

El riego por micro aspersión se originó en Israel; este sistema de riego, en la última década ha tenido gran aplicación en el riego de árboles frutales e invernaderos. Se le puede considerar como el resultado o híbrido de cruzar el sistema de riego por goteo con el sistema de riego por aspersión. Este sistema nace a causa de los problemas que presenta el riego por goteo en terrenos con textura arenosa, ya que en este tipo de suelos no se forma bien el bulbo de mojado característico de éste sistema de riego.

Los sistemas de riego por microaspersión suministran el agua a los cultivos en Los difusores del microaspersores tienen varias formas de asperjar el agua, como la lluvia en círculos o sectores de círculos, la nebulización y los chorros. Los micros aspersores deben seleccionarse con gastos adecuados para evitar encharcamientos y escurrimientos de agua; deben de utilizarse láminas precipitadas horarias que no excedan la velocidad de infiltración de agua en el suelo. El micro aspersor y/o microjet riega un espacio más amplio y más uniforme dentro de la zona radicular de los árboles frutales (Tovar, 1993).

Dentro de las ventajas que presenta este sistema en comparación con los sistemas de aspersión, goteo y gravedad (Gurovích, 1999), son: Permite el cultivo en terrenos arenosos y con gran capacidad de filtración, mejor lixiviación y aleja las sales fuera de la zona radicular de la planta (Navarro, 2000), mejorar microclimas dentro de la misma huerta, uso en riego de invernaderos y en viveros.

Entre los principales inconvenientes del sistema de riego por micro aspersión se encuentran las siguientes: alto costo inicial, está limitado a determinado número de cultivos y a un determinado número de frutales, interfiere las labores de cultivo y preparación del terreno una vez establecido el riego, está expuesto a averías y a ser destrozadas las mangueras y micro aspersores por los animales y aún por el mismo hombre, el sistema se deja de trabajar cuando boquillas y reguladores de presión se tapan debido a que se llenan de insectos principalmente hormigas (Sánchez, 1991).

Es objetivo fue el determinar el efecto de tres sistemas de riego sobre la producción de calabacita.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en la unidad experimental "El Jardín Hidráulico" en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, *Campus*-Saltillo ubicado en Saltillo Coahuila, Méx., en los meses de agosto-noviembre de 2011. El suelo es pobre en materia orgánica, ligeramente alcalinos y de textura arcillosa.

Para el RG se utilizó una cinta aquatraxx 16mm con gasto de 0.95 LPH, plástico acolchado negro, semillas de calabacita *cv.*Terminator, fertilizantes Akaphos rojo triple 18, bomba inyectora de pistón de 1HP, la fertirrigación se aplicó, en seis aplicaciones cada ocho días, en dosis promedio de 700 g disueltos en 70 L de agua.

En la microaspersión se utilizó el riego con una bomba centrifuga 1.5 HP con descarga de una pulgada y emisores con un gasto de 21 LPH, la fertirrigación se realizó similar al goteo.

Los tratamientos fueron cuatro: a) Riego por goteo (RG), b) Riego por microaspersión (RM), c) Sistema hibrido (SH) formado por el RG y el RM, d) Testigo (T).

La parcela experimental consistió en cinco camas de 1.80 m entre camas y 25 m de largo, la parcela útil fueron las tres camas centrales, con cinco repeticiones, para tener cuatro tratamientos, y 20 unidades experimentales. El diseño utilizado fue en bloques al azar.

Las variables de estudio fueron: Altura de planta en cm, Aérea foliar en cm^2, y Rendimiento de fruto por planta en g., las variables se analizaron con el paquete estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El RG se aumenta la altura de la planta promoviendo un mayor crecimiento, por debajo del SH y el SM. Si las curvas de crecimiento se juntan al inicio con el SG y SH, y al final el SH se reduce para semejarse al SM (Figura 1), porque en ambos, se aplican nutrimentos vía foliar (Melgar, 2005).

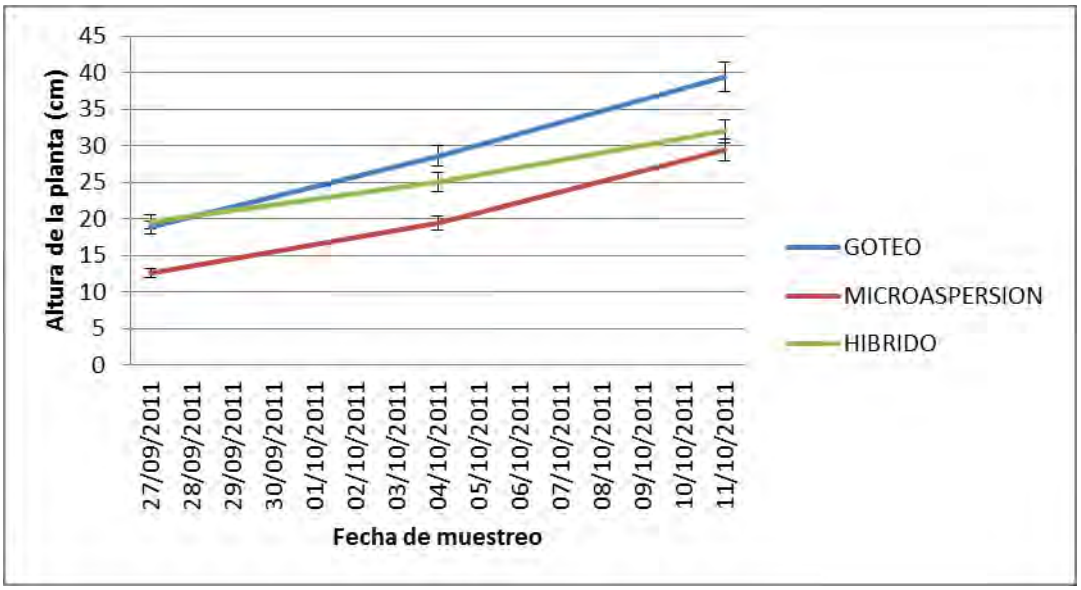


Figura 1. Altura de planta durante el desarrollo de la calabacita bajo tres tratamientos de riego.

En la altura final de planta, se observó en RG con una altura de 39.4 cm, en el SH 32 cm y la mínima de 29.4 cm en SM, diferentes significativamente ($p \geq 0.95$).La diferencia mínima significativa (DMS) fue 2.767 cm entre tratamientos, por lo que al final SH y SM son similares.

El área foliar para cada tratamiento se muestra en la figura 2, donde el RG superó a SH y RM desde el inicio, y al final el RG tuvo 587 cm^2, el SH con 383 cm^2 y el RM con 248 cm^2, con diferencia altamente significativa ($p \geq 0.99$). Al final por efecto de mayor área foliar, el SH es una opción como complemento de suministro de los elementos y la capacidad de los hojas para su absorción (Burgeño, 1994).

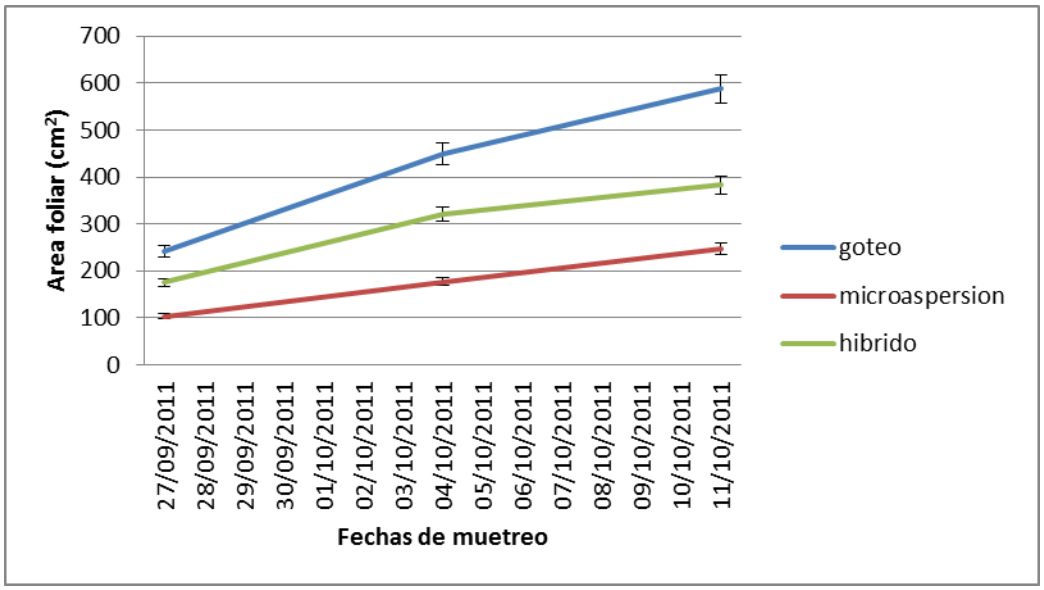


Figura 2. Área foliar de planta durante el desarrollo de la calabacita bajo tres tratamientos de riego.

En el primero y segundo corte de fruto (Cuadro 1), el SH y el RG tienen el más alto rendimiento, en el tercero y cuarto corte se observó que el mayor rendimiento se presentó en las plantas con RG. Los menores rendimientos se obtuvieron en las plantas con RM, y los más bajos se observaron en la planta del tratamiento T.

Cuadro 1. Rendimiento de calabacita por corte y total (g/planta), bajo tres sistemas de riego.

Numero de corte	Goteo	Microaspersión	Híbrido	Testigo
Primer corte	419.8b	198.8c	540.4a	0d
Segundo corte	315.2a	177.6b	357.8a	75c
Tercer corte	214.6a	173.4b	174.6b	141.4c
Cuarto corte	347.8a	265.4c	323.8b	323.6b
Total	1297.4a	815.2b	1396.6a	540c

a, b, c, d = misma letra en cada hilera, son estadísticamente similares con Tukey ($p \leq 0.05$)

Al comparar T vs RM, se encuentra que si hay respuesta a la fertirrigación vía foliar, sin embargo al comparar RG vs T, se deduce que la fertirrigacion vía radicular es más efectiva que la vía foliar (Kannan, 1980; López, 2004).

Comúnmente la clorosis férrica se expresa en plantas cultivadas en suelos calcáreos de escasa precipitación pluvial y puede reducir hasta el 100 % el rendimiento de grano de las variedades susceptibles de frijol (Covarrubias, 1991).

La deficiencia de hierro limita la síntesis de clorofila y puede agravar el síntoma de amarillamiento intervenal afectando severamente el crecimiento y la producción.

Se recomienda corregir esta deficiencia aplicando algún quelato de hierro al suelo como el Sequestrene 138 Fe (Fe EDDHA) o asperjando al follaje Al Fe (fitorregulador enriquecido con fierro). De otra manera no se aprovechan todos los beneficios del fertirriego NPK y la plasticultura.

CONCLUSIONES

Las plantas alcanzaron mayor crecimiento al estar fertirrigadas a través del RG donde el agua y los nutrientes se localizaron en menor área de mojado mientras que en el RM, se concentraron en una mayor área de mojado.

El cultivo de la calabacita presento resultados estadísticos altamente significativos en la fertirrigación a través del RG, lo cual indica que los nutrimentos suministrados vía radicular fueron aprovechados con más efectividad que los aplicados vía foliar.

En etapas avanzadas del crecimiento, la planta necesita una combinación de ambas aplicaciones, al suelo (RG) y al follaje (RM) como complemento de suministro de los elementos y la capacidad de los hojas para su absorción, por lo cual, el SH es una opción en estas etapas.

BIBLIOGRAFÍA

Burgueño C. 1994. Fertirrigación de cultivos Hortícolas. Manual Teórico-Práctico. 78 p.

Cadahía, C.1998. Fertirrigación de cultivos Hortícolas y ornamentales. Editorial Mundiprensa. Madrid. 276 p.

Covarrubias-Ramírez, J. M. 1991. Control de clorosis férrica en sorgo de temporal con sulfatos y quelatos. *In*: Memorias del XXIV Congreso Nacional SMCS. Pachuca, Hgo. p 187.

Ferreyra, E. R.; Selles, V. G.; Ahumada, B. R.; Maldonado, B. P.; Gil, M. P. y Barrera, M. C. 2005. Manejo del riego localizado y fertirrigación. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. En línea: http://www.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR32334.pdf. Consultado el 24 de abril de 2012.

Gurovich R., L. A. 1999. Riego Superficial Tecnificado. 2ª Ed. Editorial Alfa-Omega. Universidad Católica de Chile. 170 p.

Huanca W. 2008. Riego por goteo y fertirrigación En línea http://www.monografias.com/trabajos58/riego-goteo-fertirrigacion/riego-goteo-fertirrigacion.shtml. Consultado el 24 de abril de 2012.

Kannan, S. 1980. Mechanism of foliar uptake of plant nutrients; accomplishments and prospects. Journal of plant nutrition 2(6):717-735.

Melgar, R. 2005. "Aplicación foliar de micronutrientes" En línea http://www.fertilizando.com/articulos/Aplicacion%20Foliar%20de%20Micronutrientes.asp. Consultado el 24 de abril de 2012.

Navarro G., M. 1997. Fertirrigación de Cultivos Hortícolas. Manual del Curso Teórico-Práctico. 122 p.

López A., C. A. 2004. Curvas de operación y prueba de pluviometría en microaspersores PALAPLAST con difusor tipo bailarina. Tesis nivel licenciatura. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 121p.

Tovar R., E. 1993. Hidráulica Elemental. UACH. Dirección de Difusión Cultural. Departamento de Irrigación, Chapingo, México. 122 p.

EFECTO DE LA LÁMINA DE RIEGO EN EL RENDIMIENTO DE FORRAJE, CALIDAD NUTRICIONAL Y EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA EN SORGO SUDAN

Cruz ChJJ*[1], Núñez HG[1], Faz CR[1], Anaya SA[1]

[1] INIFAP CIRNOC C.E. La Laguna *cruz.juan@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial el intenso uso del agua en la agricultura (72% del agua disponible) (FAO, 2007), el crecimiento poblacional y por ende la demanda de productos han convertido los recursos hídricos en bienes más escasos y caros. En las regiones áridas y semiáridas la escasa precipitación durante el año es insuficiente para que los cultivos logren producir 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 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.

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), pero al mismo tiempo debe minimizar las pérdidas de agua para garantizar la sustentabilidad de los agrosistemas. 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 y buenos valores de eficiencia del uso del agua (Kang *et al*., 2002). 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 2009), 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 el ciclo de primavera los principales cultivos que se producen son maíz, sorgo, que en el 2010 alcanzaron valores de 31,164 y 26,721 has respectivamente (52 % de la superficie total cosechada en la región) (SAGARPA 2011). No obstante existen también otras especies forrajeras que se utilizan en la región aunque no en la misma proporción que las dos anteriores. Tal es el caso de los híbridos de sorgo * sudan, que es un forraje con una eficiencia en el uso

del agua de 1.2 a 1.35 kg FS m3 agua, provee una disposición rápida de forraje. Estos híbridos pueden ser utilizados para verdeo, henificado y ensilaje es un cultivo de calidad intermedia PC 9 a 12 %. Es un cultivo que por su versatilidad puede ser cortado un buen numero de veces (1 hasta 6) según las necesidades del productor, pueden llegar a alcanzar una producción en múltiples cortes desde los 16 a 20 ton FS ha^{-1}, (Farías *et al* ., 1982)

El objetivo del trabajo fue evaluar el rendimiento de forraje, calidad nutricional y eficiencia del uso del agua de riego del cultivo del cultivo de sorgo sudan bajo diferentes láminas de riego aplicadas hasta el segundo corte para poder optimizar su uso.

MATERIALES Y METODOS

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. La siembra se realizó en húmedo el día 13 de abril del 2012 en un suelo de textura arcillosa**.** Se utilizo el hibrido de sorgo * sudan Silo gota de miel. La densidad de siembra fue de 25 a 33 semillas m^{-1}, la separación entre surcos fue de 0.76 m. La dosis de fertilización al momento de la siembra fue 140 kg N y 80 kg de P_2O_5 ha^{-1}; posterior al primer corte se aplicaron 50 kg de nitrógeno, las fuentes de fertilización fueron Urea y MAP. Para la aplicación de las láminas de riego, se utilizaron datos de la evaporación libre histórica (4 años) del tanque evaporímetro clase “A” (Nimmo, 1964) posteriormente se ajustaron a la demanda atmosférica real. El número e intervalo de riegos varió en cada tratamiento. 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 forma precisa del volumen de agua a cada uno de los tratamientos ensayados se utilizó un medidor volumétrico previamente calibrado. La parcela experimental fue de 96 m^2. Se cosechó en estado de embuche, a los 69 y 112 dds. La parcela útil fue de 38m^2 para estimar el rendimiento de forraje verde (RFV) (t ha^{-1}). Posterior, se tomó una muestra de un kilogramo 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 materia seca RMS (t ha^{-1}). Se determinó la composición química del forraje en términos de proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), carbohidratos no fibrosos (CNF), almidón (ALM), grasa (GC), lignina (LIG), digestibilidad de la fibra a 30 horas (FDN30)), total de nutrimentos digestibles (TND) y energía neta de lactancia (ENl) mediante espectroscopia en el cercano infrarrojo previamente calibrado. Además se tomaron datos de

altura en cinco plantas al momento de la cosecha. Se sumaron los valores de rendimiento de los dos cortes, y valores promedio de calidad; para la eficiencia de uso del agua en cada parcela se calculó con el cociente del rendimiento de FS, PC, DFDN, FDA, CNF y ENL entre el volumen total de agua aplicada en los dos cortes,. El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar con 4 repeticiones. 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 (Lr) que fueron de 52, 71 y 98 cm y correspondieron a el 45, 60 y 85% de la Ev_o directa del tanque evaporímetro clase "A". El número de riegos varió desde cuatro a ocho aplicaciones. El riego de pre siembra se dió a los 15 días antes de la siembra (das), a partir de los 32 después de la siembra (dds) se aplicaron los tratamientos. El número de riegos de auxilios para cada tratamiento fue el siguiente: Tratamiento (tto) 1 (7 auxs), tto 2 (4 auxs), 3 (3 auxs). Todas las láminas de riego fueron diferentes ($P<0.05$). Ver tabla 1.

Tabla 1.calendario y láminas de riego aplicadas en el experimento al primer corte.

	das	**dds**				1er corte				
	15	**32**	**42**	**53**	**63**	**69**	**74**	**88**	**98**	
Tto #	**Lr (cm)**					**Lr (cm)**				**Lr T (cm)**
1	16.7	12	10	12	10.2	62.70	12.0	13.3	10.0	98_a
2	16.7	13.6	-	13.6	-	43.90	13.6	13.5	-	71_b
3	16.7	11	-	11	-	38.70	13.3	-	-	52_c

Tto = Tratamiento, Ev_o =Evaporación; LrT = Lámina de riego total; das = días antes de la siembra

En experimentos pasados las LrT aplicadas al sorgo x sudan han sido desde los 54 cm a primer corte este valor es aproximado a los aplicados en los ttos 1 y 2 (Reta *et al*, 2010). En trabajos anteriores el numero de riegos manejados han sido de uno para presiembra y tres de auxilio (Núñez y Cantú, 2000), (Reta *et al*, 2010).

La altura de planta, tuvo valores diferentes desde 1.80 (tto3) hasta 2.35 m (tto 1) ($P<0.05$). El tto 1 tuvo más altura de planta que los demás tto´s con 2.35 m ($P<0.05$). La producción de forraje verde (RFV) varió significativamente de 57.22 a 90.77 y de RMS de 11.82 a 17.12 $tonha^{-1}$ ($P<0.05$). El tto1 tuvo mayor FV y RMS que los demás tto´s ($P<0.05$). La PC y GC varió de 13.17 a 14.10 % y de 2.34 a 2.37% entre tto´s. Pero no hubo diferencias significativas ($P>0.05$). La FDN y FDA tuvieron valores diferentes desde 58.97 a 64.25 % y de 34.00 a 37.97 % ($P<0.05$), respectivamente. El tto 1 tuvo mayor FDN y FDA que los demás tratamientos con 64.25 y 37.97% ($P<0.05$). La FDN (30H), CNF, TND Y ENL variaron de 68.62 a 72.25 %, 14.15 a 18.50 %; 59.87 a 62.50% y de 1.13 a 1.26 Mcal kg^{-1}, respectivamente. En todas esta variables de calidad no hubo diferencias significativas ($P>0.05$) para los tto's 2 y 3 aunque si hubo diferencia significativa de estos dos tto's con el tto1 ($P<0.05$).La Lignina, tuvo valores diferentes desde 2.09 a 2.66 %. El tto 1 tuvo el valor más alto 2.66 % y fue estadísticamente diferente al tto2 ($P<0.05$) aunque estadísticamente fue similar al del tto3 ($P>0.05$). El almidón (ALM) tuvo valores diferentes de 0.96 hasta 2.42 %. El tto 3 tuvo el valor más alto en ALM con 2.42 % ($P<0.05$).

La Figura 1 muestra que la RMS aumenta con la lámina de riego aplicada, mientras que la eficiencia tiende a bajar con las mayores láminas de riego. La producción de forraje seco (RMS), PC y ENL por metro cúbico de agua varió significativamente de 1.75 a 2.27 kg de MSm^{-3}, de 0.23 a 0.32 kg de PCm^{-3}, de 0.20 a 0.28 mcal $ENLm^{-3}$ y de 0.25 a 0.42 kg de $CNFm^{-3}$ ($P<0.05$). El tto 3 presentó la mayor producción de materia seca y PC por metro cúbico de agua con 2.27 kg MSm^{-3}, 0.32 kg de PCm^{-3}, 0.28 mcal $ENLm^{-3}$ y 0.42 kg de $CNFm^{-3}$. No hubo diferencias significativas ($P>0.05$) en producción de FDA y DFDN por metro cúbico de agua aplicada.

Tabla 2. Respuesta en rendimiento de forraje, calidad nutricional y eficiencia en el uso del agua de la soya sudan a la aplicación de diferentes láminas de riego.

Variables	Tto1(98 cm)	Tto 2 (71cm)	Tto 3 (52cm)
Variables Agronómicas			
RFV (tonha^{-1})	90.77a	65.17b	57.22b
Altura (cm)	2.35a	2.07b	1.80c
MS(%)	20.77	21.32	23.02
RMS (tonha^{-1})	17.12a	12.95b	11.82b
Calidad Nutricional			
PC (%)	13.17	14.02	14.10
FDA (%)	37.97a	34.37b	34.00b
FDN (%)	64.25a	59.35b	58.97b
LIG(%)	2.66a	2.09b	2.50ba
FDN(30H)	68.62b	72.25a	71.37a
CNF(%)	14.15b	18.25a	18.50a
ALM (%)	0.96b	1.34b	2.42a
GC (%)	2.34	2.35	2.37
TND (%)	59.87b	62.50a	61.75a
ENL(mcalkg^{-1})	1.13b	1.26a	1.25a
Eficiencia en el uso del agua			
KgMS m^{-3}	1.75b	1.82ba	2.27a
KgPC m^{-3}	0.23b	0.26ba	0.32a
KgFDA m^{-3}	0.66	0.62	0.77
KgDFDN m^{-3}	0.77	0.78	0.96
KgCNF m^{-3}	0.25c	0.33b	0.42a
mcalENL m^{-3}	0.20b	0.23ba	0.28a

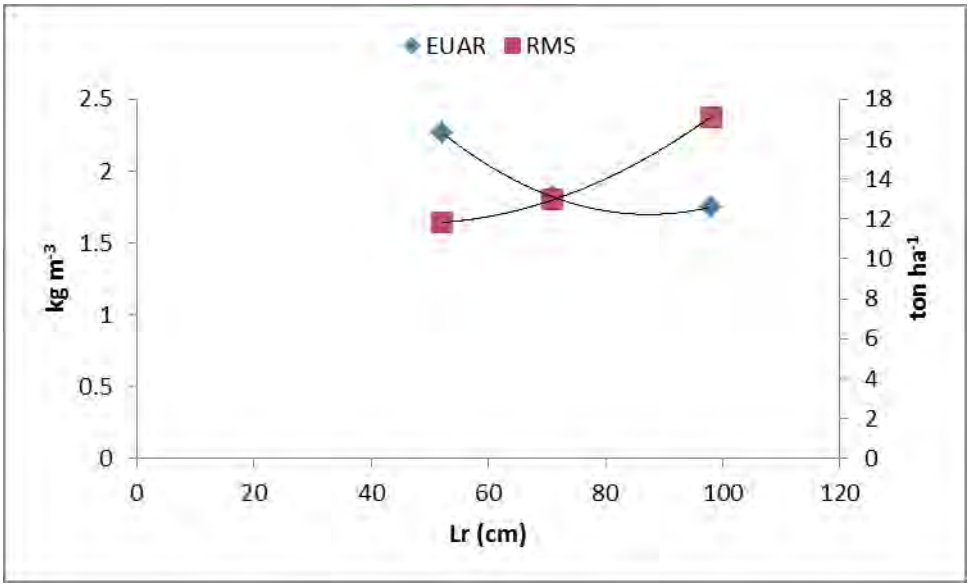


Figura 1. Comportamiento de la EUAR y RMS con respecto a la Lr aplicada en sorgo*sudan

CONCLUSIONES

El mayor RMS se encontró con una lamina de riego de 98 cm en sorgo*sudan la cual corresponde al 85 % de la Evo libre directa del tanque evaporímetro clase A.

En la mayoría de las variables de calidad no hubo diferencia significativa. La mayor RMS, PC y ENL por metro cubico de agua aplicado se tuvo con la menor lamina de riego.. La aplicación de un riego mas (tto 2) a los 84 dds no afecto el RMS con respecto al tto 3 de este cultivo pero si disminuyó la EUAR.

BIBLIOGRAFÍA

FAO. Information System on Water and Agriculture, Aquastat. 2007.

Farias F.J.M., Quiroga G.H.M. y Quiroga V.E.J. 1982. Zacate sudan y cruzas de sorgo sudan alternativa para producir forrajes de verano en la Comarca Lagunera. Folleto para Productores No 3 Matamoros Coahuila Mexico.

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.

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.

Reta S.D.G., Cruz C.S., Palomo G.A., Serrato C.J.S. y Cueto W.J.A. 2010. Rendimiento y calidad de forraje de Kenaf en tres edades en comparación con maíz y sorgo * sudan nervadura café. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 1 (1) pp. 13-23 Producción, composición química y digestibilidad del forraje de sorgo * sudan de nervadura café en la región norte de México. Técnica Pecuaria en México, vol. 38, # 003 México, México pp. 177-187.

SAGARPA. 2011. Resumen económico de la comarca lagunera 2010. Balance agrícola y producción pecuaria en la comarca lagunera. Torreón, Coahuila. 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.

EFECTO DE LA LÁMINA DE RIEGO EN EL RENDIMIENTO DE FORRAJE, CALIDAD NUTRICIONAL Y EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA EN SOYA

Cruz ChJJ*[1]., Núñez HG[1]., Reta SDG[1] y Anaya SA[1]

[1] INIFAP CIRNOC C.E. La Laguna cruz.juan@inifap.gob.mx

INTRODUCCION

A nivel mundial el intenso uso del agua en la agricultura (72% del agua disponible) (FAO, 2007), el crecimiento poblacional y por ende la demanda de productos han convertido los recursos hídricos en bienes más escasos y caros. En las regiones áridas y semiáridas la escasa precipitación durante el año es insuficiente para que los cultivos logren producir 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 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.

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), pero al mismo tiempo debe minimizar las pérdidas de agua para garantizar la sustentabilidad de los agrosistemas. 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 y buenos valores de eficiencia del uso del agua (Kang *et al*., 2002). 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. Otra estrategia para enfrentar el problema de la escasez de agua en las regiones áridas del país es la diversificación del patrón de cultivos. Con ésta se pretende incluir cultivos de bajo consumo de agua y alta eficiencia de transformación (producción de materia seca por unidad de agua consumida). Para incluir una nueva especie en el patrón de cultivos es fundamental conocer sus necesidades hídricas y la eficiencia con que dicha especie utiliza el agua, es decir, la relación entre su rendimiento y la cantidad de agua consumida (Kassam *et al*., 2007). Esta información es básica para la planeación y toma de decisiones sobre el uso de los recursos hídricos a nivel regional.

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 2009), 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 el ciclo de primavera los principales cultivos que se producen son maíz, sorgo, que en el 2010 alcanzaron valores de 31,164 y 26,721 has respectivamente (52 % de la superficie total cosechada en la región) (SAGARPA 2011). Sin embargo, existen cultivos que pueden incluirse en los sistemas de producción de forraje actuales. Un cultivo alternativo con potencial de uso forrajero es la soya, la cual puede ser cultivada para su uso como forraje con alto contenido de proteína en forma de pastoreo ensilado o henificado, es tolerante a la sequia y por ende tiene bajos requerimientos de agua (Santamaría *et al*., 2006)**.** El objetivo del trabajo fue evaluar el rendimiento de forraje, calidad nutricional y la eficiencia del uso del agua de riego del cultivo de la soya bajo diferentes láminas de riego aplicadas para poder optimizar su uso.

MATERIALES Y METODOS

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. La siembra se realizó en húmedo el día 13 de abril del 2012 en un suelo de textura arcillosa**.** Se utilizó la Soya variedad Cajeme. La densidad de siembra fue de 50 semillas m^{-1}, la separación entre surcos fue de 0.76 cm. La dosis de fertilización fue 280 kg N y 80 kg de P_2O_5 ha^{-1}. Se aplico la mitad del N y todo el P_2O_5 al momento de la siembra, el resto en el primer auxilio; Las fuentes de fertilización fueron Urea y MAP. 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. 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 forma precisa del volumen de agua a cada uno de los tratamientos ensayados se utilizó un medidor volumétrico previamente calibrado. La parcela experimental fue de 96 m^2. Se cosechó cuando el cultivo presento 100 % de llenado de vainas y hojas verdes (Toledo, 2006) a los 111 dds. La parcela útil fue de 23m^2 para estimar el rendimiento de forraje verde (RFV) (t ha^{-1}). Posterior, 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 materia seca RMS (t ha^{-1}). Se determinó la composición química del forraje en términos de proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN) y carbohidratos no fibrosos (CNF), mediante espectroscopia en el cercano infrarrojo previamente. La eficiencia de uso del agua en cada parcela se calculó con el cociente del RMS, PC, FDN, FDA y CNF entre el volumen total de agua aplicada, además se tomaron datos de altura en cinco plantas al momento de la cosecha. El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar con 4 repeticiones. 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

Se aplicaron láminas de riego (Lr) de 52, 71 y 98 cm. Estos valores correspondieron al 45, 60 y 85% de la Ev_o. El número de riegos varió desde cuatro hasta ocho aplicaciones. El primer riego fue el de aniego a los 15 días antes de la siembra (das), A partir de los 32 dds se aplicaron los tratamientos. El número de auxilios fueron los siguientes: Tratamiento (tto) 1 (7 auxs), tto 2 (4 auxs), 3 (3 auxs). Todas las láminas de riego fueron diferentes (P<0.05). Ver tabla 1.

Tabla 1.Tratamientos de láminas de riego y calendario de aplicación.

	das	**dds**							
	15	**32**	**42**	**53**	**63**	**74**	**88**	**98**	
Tto(#)	**Lr**(cm)								**Lr T**(cm)
1	16.7	12.0	10.0	12.0	12.0	12.0	13.3	10.0	98_a
2	16.7	13.6	-	13.6	-	13.6	13.5	-	71_b
3	16.7	11.0	-	11.0	-	13.3	-	-	52_c

La altura de planta, tuvo valores diferentes desde 0.60 (tto2) hasta 0.77 m (tto 1) (P<0.05). El tto 1 tuvo más altura de planta que los demás tto´s con 0.77 m (P<0.05). La producción de forraje verde (FV) varió significativamente de 15.32 a 34.37 y el RMS de 6.07 a 8.95 ton/ha (P<0.05). El tto1 tuvo mayor RFV y RMS que los demás tto´s (P<0.05). La PC varió de 18.80 a 19.17 % entre tto´s. La FDN y FDA variaron de 35.12 a 37.32 % y de 27.85 a 32.05 %. Los CNF variaron de 24.45 % a 29.00 %. En todas esta variables de calidad no hubo diferencias significativas (P>0.05).

La producción de materia seca por metro cúbico de agua varió significativamente de 0.86 a 1.17 kg de MSm^{-3} (P<0.05). El tto 3 presentó la mayor producción de forraje seco por metro

cúbico de agua con 1.17. La Figura 1 muestra como que el RMS aumenta con la lámina de riego aplicada, mientras que la eficiencia tiende a bajar con las mayores láminas de riego. No hubo diferencias significativas (P>0.05) en producción de PC, FDA y FDN por metro cúbico de agua aplicada.

Tabla 2. Respuesta en rendimiento de forraje, calidad nutricional y eficiencia en el uso del agua de la soya a la aplicación de diferentes láminas de riego.

Variables	**Tto1(98 cm)**	**Tto 2 (71cm)**	**Tto 3 (52cm)**
Variables agronómicas			
RFV (tonha^{-1})	34.37a	16.12b	15.32b
Altura (cm)	0.77a	0.60b	0.62b
MS(%)	26.22b	38.52a	40.67a
RMS (tonha^{-1})	8.95a	6.10b	6.07b
Calidad nutricional			
PC (%)	18.80	18.85	19.17
FDA(%)	32.05	29.82	27.85
FDN (%)	37.32	36.15	35.12
CNF(%)	24.45	27.00	29.00
Eficiencia en el uso del agua			
KgMSm^{-3}	0.91b	0.86b	1.17a
KgPC m^{-3}	0.18	0.16	0.22
KgFDA m^{-3}	0.29	0.26	0.32
KgFDN m^{-3}	0.34	0.31	0.41

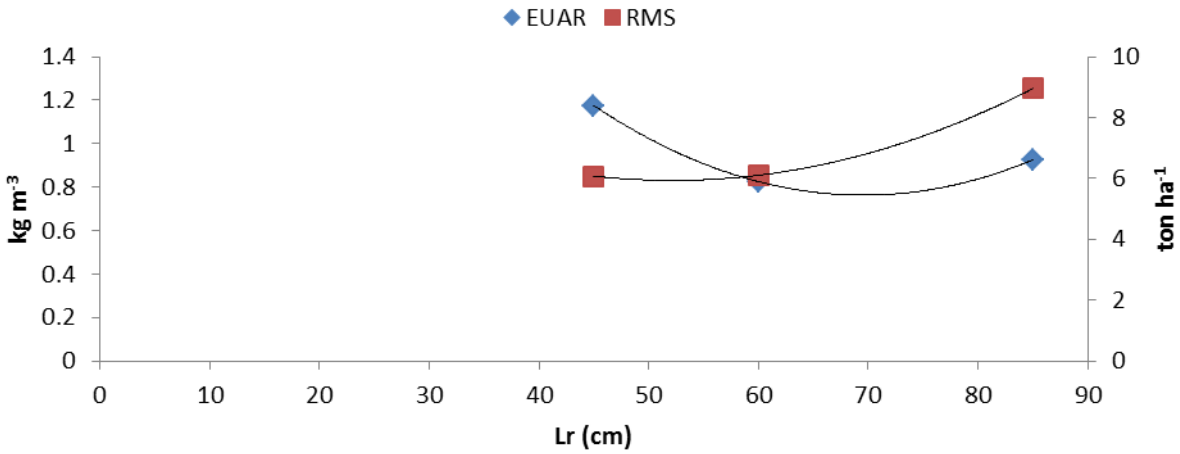


Figura 1. Comportamiento de la EUAR y RMS con respecto a la Lr aplicada en soya.

CONCLUSIONES

- El mayor RMS se encontró con una lamina de riego de 98 cm en soya que corresponde al 85 % de la Evo libre directa del tanque evaporímetro clase A.
- La mayor EUAR se obtuvo con una Lr de 98 cm. La aplicación de un riego mas (tto 2) a los 84 dds no afecto el RMS con respecto al tto 3 de este cultivo pero si disminuyó la EUAR.
- No hubo diferencias significativas para la producción de PC,FDA y FDN por metro cúbico de agua

BIBLIOGRAFIA

FAO. Information System on Water and Agriculture, Aquastat. 2007.

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.

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.

SAGARPA. 2011. Resumen económico de la Comarca Lagunera 2010. Balance agrícola y producción pecuaria en la comarca lagunera. Torreón, Coahuila. 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.

EFECTO DEL AGUA APLICADA EN EL RENDIMIENTO, CALIDAD NUTRICIONAL Y EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA EN MAIZ FORRAJERO

Núñez. HG [*1]., Cruz. Ch. JJ [1]., Faz CR[1]., Anaya SA[1] y Olguín VS[2]

[1] INIFAP CIRNOC C.E. La Laguna [2]Alumno Tesista de la Maestria en Agricultura Orgánica Sustentable Faz-Ujed nunez.gregorio@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El maíz forrajero ocupa un lugar muy importante en el patrón de cultivos por el alto valor energético que aportan a las raciones. Sin embargo, la disponibilidad de agua de riego es uno de los principales factores limitantes por lo tanto, es necesario optimizar los procesos de producción de maíz forrajero para poder lograr producir la mayor cantidad y cantidad de forraje con la mejor eficiencia en el uso del agua de riego. A nivel mundial, la agricultura utiliza el 72% del agua disponible (FAO, 2007). 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), pero al mismo tiempo debe minimizar las pérdidas de agua para garantizar la sustentabilidad de los agrosistemas. 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). El objetivo del trabajo fue evaluar el rendimiento de materia seca, calidad nutricional y la eficiencia del uso del agua de riego del cultivo del maíz 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. La siembra se realizó en húmedo el día 13 de abril del 2012 en un suelo de textura arcillosa**.** Se utilizaron el maíz variedad SB 302 de ciclo intermedio y el 31Y43 de ciclo precoz. La densidad de siembra fue de 7 a 8 semillas m^{-1}, la separación entre surcos fue de 0.76 cm. La dosis de fertilización fue 280 kg N y 80 kg de P_2O_5 ha^{-1}. Se aplicó la mitad del N y todo el P_2O_5 al momento de la siembra, el resto en el primer auxilio; Las fuentes de fertilización fueron Urea y MAP. Se trabajó con tres laminas de riego distintas, para lo cual 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. 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 forma precisa del volumen de agua a cada uno de los tratamientos ensayados se utilizó un medidor volumétrico previamente calibrado. La parcela experimental fue de 48 m^2. Se cosechó a 1/3 de línea de leche, 110 dds para el SB 302 (intermedio) y 104 dds para el 31Y43 (precoz). La parcela útil fue de 15.2m^2 para estimar el rendimiento de forraje verde (RFV) (t ha^{-1}). Posterior, se tomó una muestra de un kilogramo 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 materia seca RMS (t ha^{-1}). Se determinó la composición química del forraje en términos de proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), carbohidratos no fibrosos (CNF), almidón (ALM), grasa (GC), lignina (LIG), digestibilidad de la fibra a 30 horas (DFDN 30H), total de nutrimentos digestibles (TND) y energía neta de lactancia (ENL) mediante espectroscopia en el cercano infrarrojo previamente calibrado. Además se tomaron datos de altura en cinco plantas al momento de la cosecha. Para la eficiencia de uso del agua en cada parcela se calculó con el cociente del rendimiento de FS, PC, DFDN, FDA, CNF Y ENL entre el volumen total de agua aplicada. El diseño experimental utilizado fue parcelas divididas con distribución en bloques al azar. La parcela mayor fue el tratamiento de riego y la parcela menor el híbrido de maíz forrajero. 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 52, 71 y 98 cm. Estos valores correspondieron al 45, 60 y 85% de la Ev_o para el maíz intermedio y 50, 65 y 90 % para el precoz. El número de riegos varió desde cuatro hasta ocho aplicaciones. El primer riego fue el de aniego a los 15 días antes de la siembra (das), A partir de los 32 dds se aplicaron los tratamientos. El número de auxilios fueron los siguientes: Tratamiento (tto) 1 (7 auxs), tto 2 (4 auxs), 3 (3 auxs). Todas las láminas de riego fueron diferentes ($P<0.05$). Ver Tabla 1.

Tabla 1. Láminas de riego y su distribución en el experimento.

	das	**dds**							
	15	**32**	**42**	**53**	**63**	**74**	**88**	**98**	
Tto(#)	**Lr**(cm)								**Lr T**(cm)
1	16.7	12.0	10.0	12.0	12.0	12.0	13.3	10.0	98_a
2	16.7	13.6	-	13.6	-	13.6	13.5	-	71_b
3	16.7	11.0	-	11.0	-	13.3	-	-	52_c

Las láminas de riego fueron similares a otro estudio en maíz desarrollado en Turquía por Oktem,(2008) donde evaluaron 89 cm hasta 62 cm utilizando también la Ev_o del tanque evaporímetro Clase A. Esto permitió que, la cantidad de agua aplicada se aplicara de acuerdo al clima.

Tabla 2. Valores promedio de rendimiento, calidad nutricional y eficiencia del uso del agua del maiz SB302 (intermedio) y maíz 31Y34 (Precoz), bajo tres tratamientos de riego.

	Tto 1 (98cm)			**Tto 2 (71cm)**			**Tto 3 (52cm)**		
Variables	Intermedio	Precoz	**Media**	Intermedio	Precoz	**Media**	Intermedio	Precoz	**Media**
Agronómicas									
FV ($tonha^{-1}$)	50.90	51.79	**51.36a**	30.97	34.23	**32.60b**	26.81	27.94	**27.37b**
Altura (cm)	2.41	2.25	**2.32a**	2.12	1.80	**1.96b**	1.79	1.72	**1.76b**
MS%	38.68	34.47	**36.56**	37.45	32.09	**34.78**	37.50	35.46	**36.46**
FS ($tonha^{-1}$)	19.57	18.10	**18.84a**	11.42	10.90	**11.16 b**	9.67	9.73	**9.67b**
Calidad nutricional									
PC %	8.70	8.70	**8.70**	9.45	10.60	**10.03**	9.05	10.45	**9.75**
FDA %	31.40	24.03	**27.71**	32.90	25.20	**29.05**	33.90	23.00	**28.45**
FDN %	50.60	39.55	**45.07 b**	55.30	46.40	**50.85 a**	58.05	41.73	**49.89a**
LIG%	3.65	4.70	**4.18**	4.10	4.08	**4.09**	4.08	4.35	**4.21**
DFDN(30H)%	49.75	50.50	**50.12b**	57.00	57.50	**57.25a**	61.75	57.00	**59.37a**
CNF%	32.10	45.15	**38.62 a**	25.65	36.53	**31.09b**	24.10	41.43	**32.76ba**
ALM %	16.60	28.43	**22.51**	13.25	16.83	**15.04**	11.43	21.08	**16.25**
GC%	3.05	3.20	**3.12a**	2.63	2.73	**2.67ba**	2.30	2.78	**2.54b**
TND%	58.75	58.75	**58.75**	57.00	56.50	**56.75**	56.75	56.25	**56.50**
ENL ($Mcalkg^{-1}$)	1.27	1.35	**1.31**	1.19	1.26	**1.22**	1.16	1.28	**1.22**
Eficiencia en el uso del agua									
$KgFSm^{-3}$	2.00	1.85	**1.92**	1.61	1.54	**1.57**	1.86	1.87	**1.86**
$KgPCm^{-3}$	0.17	0.16	**0.17**	0.15	0.16	**0.15**	0.17	0.19	**0.18**
$KgFDAm^{-3}$	0.62	0.44	**0.54**	0.52	0.39	**0.45**	0.63	0.44	**0.53**
$KgDFDNm^{-3}$	0.50	0.38	**0.44**	0.49	0.42	**0.45**	0.66	0.44	**0.55**
$KgCNFm^{-3}$	0.65	0.83	**0.74a**	0.44	0.56	**0.50b**	0.46	0.78	**0.62ba**
ENL ($Mcalkg^{-1}$)m^3	0.26	0.25	**0.25**	0.19	0.19	**0.19**	0.22	0.24	**0.23**

El análisis estadístico mostró que no hubo interacción entre niveles de riego (láminas) e híbridos (P>0.05). En relación a los tto´s de riego la altura de planta varió significativamente entre riegos de 1.76 (tto3) a 2.32 m (tto1) (P<0.05). El tto 1 tuvo mayor altura de planta que los demás tto´s con 2.32 m (P<0.05). La producción de forraje verde (FV) fue de 27.37 a 51.36 tonha^{-1} y de FS 9.67 a 18.84 tonha^{-1} (P<0.05). El tto 1 tuvo mayor FV y FS que los demás tto´s (P<0.05). La PC, FDA, Lignina , ALM, TND y ENL variaron de 8.70 a 10.03 %; de 27.71 a 29.05 %; de 4.09 a 4.21 %; de 15.04 a 22.51 %; de 56.50 a 58.75 % y 1.22 a 1.31 Mcal kg^{-1} de materia seca, entre los tto´s pero no hubo diferencia significativa en estas variables de calidad (P>0.05), respectivamente la FDN tuvo valores diferentes de 45.07 a 50.85 % (P<0.05). El tto 1 tuvo el menor valor 45.07 % (P<0.05). La DFDN (30H) y CNF tuvieron valores de 50.12 %(tto1) a 59.37%(tto3) y de 31.06% (tto2) a 38.62%(tto1) (P<0.05). Para DFDN (30H) el valor mayor lo tuvo el tto 3, mientras que para CNF fue el tto1 (P<0.05). El valor de las medias de la GC fueron diferentes de 2.54% a 3.12% (P<0.05). El tto 1 tuvo el valor mayor con 3.12% (P<0.05).

La producción de carbohidratos no fibrosos por metro cubico de agua tuvo valores diferentes de 0.50 a 0.74 Kg de CNFm^{-3} (P<0.05). El tto 1 tuvo la mayor producción de carbohidratos no fibroso por metro cúbico de agua con 0.74 Kg de CNFm^{-3} (P<0.05). No hubo diferencias significativas (P>0.05) en la producción de FS, PC, FDA, DFDN, ENL por metro cubico de agua aplicada.

Tabla 3. Características de rendimiento, calidad nutricional y eficiencia en el uso del agua en los hibridos de maiz SB302 (intermedio) y maiz 31Y34 (precoz).

Variables	Intermedio (SB302)	Precoz (31y43)
Agronómicas		
FV (tonha$^{-1)}$	36.23	37.99
Altura (cm)	2.12a	1.92b
MS%	37.87a	33.99b
FS (tonha$^{-1)}$	13.55	12.91
Calidad nutricional		
PC %	9.07b	9.92a
FDA %	32.73a	24.07b
FDN %	54.65a	42.56b
LIG%	3.94	4.38
DFDN(30H)%	56.17	55.00
CNF%	27.28b	41.03a
ALM %	13.76b	22.11a
GC%	2.66	2.90
TND%	57.50	57.17
McalENL	1.20b	1.30a
Eficiencia en el uso del agua		
KgFSm^{-3}	1.82	1.75
KgPCm^{-3}	0.16	0.17
KgFDAm^{-3}	0.59a	0.42b
KgDFDNm^{-3}	0.55a	0.41b
KgCNFm^{-3}	0.51b	0.72a
McalENLm^{-3}	0.22	0.23

La Tabla 3. Muestra las medias en las variables agronómicas, calidad nutricional y eficiencia del uso del agua por hibrido de maíz utilizado. En relación a los híbridos, el mejor resultado de altura de planta se tuvo en el maíz intermedio con 2.12m ($P<0.05$). La mayor producción de FV se obtuvo con maíz precoz 37.99 tonha^{-1} ($P>0.05$) y de FS se tuvo en el maíz intermedio 13.55 tonha^{-1} ($P>0.05$), pero no hubo diferencia significativa ($P>0.05$). Para PC el mayor valor se obtuvo en maíz precoz 9.92% ($P<0.05$). La FDA tuvo el mayor valor 32.73% ($P<0.05$) en el maíz intermedio. Para FDN el maíz 31Y43 tuvo el menor valor 42.56% ($P<0.05$). Para CNF con el maíz precoz se obtuvo el mayor valor 41.03% ($P<0.05$). y 22.11% y para ALM ($P<0.05$). La LIG, DFDN (30H), GC y TND fueron diferentes estadísticamente ($P>0.05$). En ENL el maíz precoz, tuvo el mayor valor con 1.30 Mcal kg^{-1} ($P<0.05$).

El maíz precoz tuvo la mayor producción de carbohidratos no fibrosos por metro cúbico de agua con un valor de 0.72 Kg de $CNFm^{-3}$ ($P<0.05$). La Figura 1 muestra que conforme la lámina de riego se incrementa, también se incrementa la producción de forraje seco. Por el contrario la eficiencia en el uso tiende a disminuir. No hubo diferencias significativas en la producción de FS, PC, ENL por metro cubico de agua aplicada ($P>0.05$). Hubo diferencia significativa para la producción de FDA, FDN por metro cubico de agua aplicada ($P<0.05$). En FDA el maíz intermedio tuvo mayor valor con 0.59 kg de $FDAm^{-3}$($P<0.05$) y 0.55 kg para $DFDNm^{-3}$($P<0.05$).

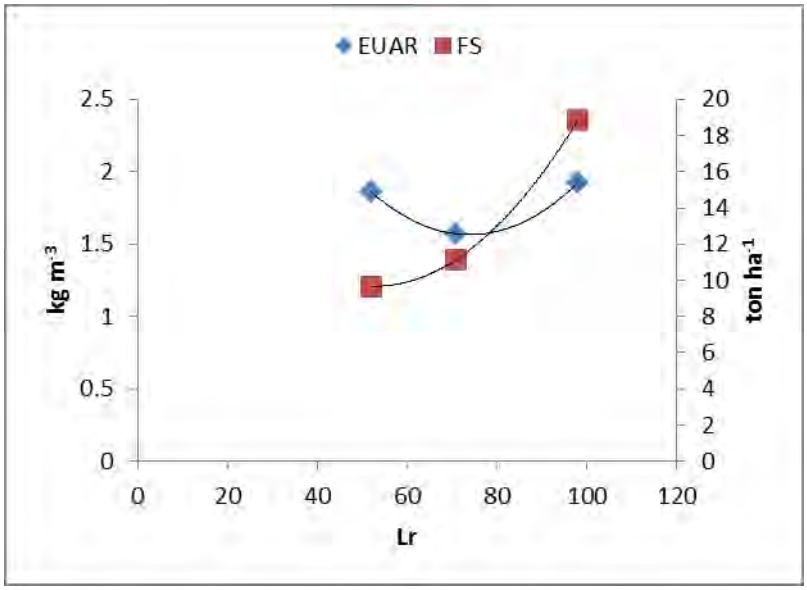


Figura 1. Efecto de las láminas de riego aplicadas al cultivo del maíz en FS y EUAR.

CONCLUSIONES

- El mayor rendimiento de forraje seco (FS) se encontró en el tratamiento 1 con una lámina de riego de 98 cm.
- No hubo diferencia significativa ($P>0.05$) para PC, FDA, LIG, ALM, TND y ENL entre los tratamientos de riego.
- Con el tratamiento 1 se tuvo el menor valor de FDN y mayor CNF y GC, y con el tratamiento 3 la mayor DFDN (30H).
- La mayor producción de CNF por metro cúbico de agua de agua aplicada se tuvo con el tratamiento 1. Pero no hubo diferencias significativas ($P>0.05$) en la producción de FS, PC, FDA, DFDN, ENL por metro cúbico de agua aplicada.

- En cuanto a los híbridos, el forraje verde (FV) y forraje seco (FS) fueron estadísticamente similares (P> 0.05). El maíz intermedio tuvo el valor mayor en FDA y el maíz precoz tuvo el valor menor de FDN. El maíz precoz tuvo mayor valor de CNF y ALM.
- No hubo diferencias significativas en la producción de FS, PC, ENL por metro cubico de agua aplicada entre híbridos.

BIBLIOGRAFIA

FAO. Information System on Water and Agriculture, Aquastat. 2007.

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.

Nimmo W.H.R. 1964. Measurement of evaporation by pans and tanks. www. born.gov.au en la red 07/12.

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.

EFECTO DEL ESTADO DE MADUREZ EN PRODUCCIÓN, FIBRA DIGESTIBLE, CONTENIDO DE ALMIDÓN Y VALOR ENERGETICO DE DOS HÍBRIDOS DE MAÍZ FORRAJERO

Núñez GH[1], Sánchez DJI[1], Ochoa ME[1], Figueroa VU[1], Peña RA[2], González CF[2], y Faz CR [1]

[1]C.E. La Laguna-INIFAP, [2]C.E. Pabellón-INIFAP. nunez.gregorio@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La producción y calidad nutricional del maíz forrajero son afectados por diferentes factores de manejo agronómico. El estado de madurez a cosecha es un factor que afecta producción y calidad nutricional del maíz forrajero. Crookston y Kurle (1988) emplearon el avance de la línea de leche como criterio para monitorear el desarrollo de la madurez del grano de maíz. Wiersma *et al.* (1993) reportan que la mayor producción de materia seca por hectárea se obtuvo cuando el grano del maíz presentó una avance de 1/2 de la línea de leche y la máxima digestibilidad in vitro se obtuvo en cosechas efectuadas cuando el grano estuvo de estado dentado a un avance de ¾ de la línea de leche. Xu *et al.* (1995) reportan aumentos en la producción de materia seca por hectárea y en la digestibilidad in vitro de híbridos de maíz cosechados a 1/3 de avance de la línea de leche. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del estado de madurez en la producción, contenido de almidón y energía en dos híbridos de maíz forrajero bajo condiciones de riego.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en el Campo Experimental La Laguna en Matamoros Coahuila, México, localizado a 25 ° 31´ 58.43´´ N, 103° 14´ 30.01´´ O, y 1117 m de altitud sobre el nivel del mar con clima árido semicálido. El suelo fue de textura arcillosa, con pH de 7.9 sin problemas de sales y con un contenido de materia orgánica de 1.2. Se evaluaron los híbridos SB-302 y 39Y43 a tres diferentes estados de madurez a la cosecha; estado lechoso-masoso del grano, 1/3 de avance de la línea de leche de madurez en el grano y 1/2 de avance de la línea de leche de madurez en el grano. La siembra se realizó el 19 de abril del 2011 utilizando una densidad de 100,000 plantas ha^{-1}. La dosis de fertilización utilizada fue de 280-80-00 unidades de N-P-K, respectivamente. Los riegos se aplicaron a los 28, 45, 65 y 80 DDS. En control de plagas se realizaron 2 aplicaciones de clorpirifos a una dosis de 500 ml ha^{-1} para el control de gusano cogollero y una aplicación de Avamectina a una dosis de 500 ml ha^{-1} para el control de araña roja. Las cosechas en ambos híbridos se efectuaron a los 93 DDS para el estado

lechoso-masoso, 103 DDS para 1/3 de avance en la línea de leche y 107 DDS para 1/2 de avance en la línea de leche.

Se utilizaron parcelas experimentales de 4 surcos a una separación de 0.76 m con 8 m de largo. La parcela útil estuvo compuesta por los dos surcos centrales con 6 m de largo. Se determinó altura de planta a partir de la longitud de 5 plantas y el rendimiento de forraje verde (RFV) a partir del peso verde total de la parcela útil. Posteriormente, 7 plantas completas fueron seleccionadas; dos de ellas se secaron en estufa de aire forzado a 60 °C hasta peso constante para analizar el porcentaje de materia seca (MS); el resto de las plantas se separaron en hojas, tallos, bráctea y mazorca para estimar el porcentaje de mazorca. Las dos plantas secas se molieron a un tamaño de partícula de 1 mm y se enviaron al laboratorio. En el laboratorio se analizó los porcentajes de proteína cruda (PC), fibra detergente ácido (FDA), fibra detergente neutra (FDN), lignina de la MS, lignina de la FDN, digestibilidad *in vitro* de la MS a las 30 horas ($DIVMS_{30}$), digestibilidad *in vitro* de la FDN a las 30 horas ($DIVFDN_{30}$), carbohidratos no fibrosos (CNF), almidón y ENl (Mcal/kg MS) mediante espectoscopia en el cercano infrarrojo previamente calibrado. Las variables medidas se analizaron por ANOVA de a cuerdo al diseño de bloques completamente al azar utilizando el procedimiento GLM del programa SAS 9.2 (SAS Institute, 1985).

RESULTADOS

No hubo interacciones híbrido x estado de madurez para las variables agronómicas (P>0.05). Los RMS mayores se tuvieron en estado de madurez de 1/3 y ½ de avance de la línea de leche en el grano con 12.63 y 11.77 ton/ha en comparación a 10.27 ton/ha en estado lechoso-masoso (P<0.05) como se observa en el Cuadro 1. Con excepción de los días a cosecha no hubo diferencias significativas en las otras variables agronómicas entre estados de madurez. El híbrido 31Y43 tuvo mayor RMS (12.47 ton/ha) y PMZ (48.64 %) en comparación al SB-302 que tuvo 10.64 y 48.64 %, respectivamente. En relación a la calidad nutricional, no hubo interacciones entre híbrido x estado de madurez para PC, FDA y LIG). En lechoso masoso, el forraje de maíz tuvo más PC (11.30 %), FDA (36 %), pero fue similar en LIG (4.56 %) a los demás estados de madurez ((P>0.05). El híbrido 31Y43 tuvo menos FDA (28.54 %) y LIG (3.99 %), pero fue similar en PC (P>0.05).

En las fracciones de carbohidratos y energía se observaron interacciones híbrido x estado de madurez (P<0.05) como se muestra en el Cuadro 2. En estado lechoso-masoso, el 31Y43 tuvo menos FDN (54.95 %), más CNF (26.50 %), almidón (15.42 %) y ENL (1.15 Mcal/kg de MS) que el SB-302 (P<0.05). En estado de madurez de 1/3 de avance de la línea de leche, el 31Y43 tuvo

menos FDN (45.70 %), más CNF (37.62 %), ALM (31.72 %) y ENl (1.30 Mcal/kg de MS). En estado de 1/2 de avance de la línea de leche, el 31Y43 tuvo menos FDN (42.95 %), más CNF (41.30 %), ALM (34.10 %) y ENL (1.37 Mcal/kg de MS).

La madurez a la cosecha afecta producción y calidad nutricional del forraje. Filya (2004) reportaron aumentos de 16.7 a 35.9 ton/ha de materia seca con cosecha de inicio del grano a madurez fisiológica. Los porcentajes de materia seca variaron de 21 a 42 %. Al avanzar el estado de madurez disminuyó la PC de 7.7 a 5.6 % y disminuyó la FDN de 55.6 a 43.5 %. De manera similar aumentó la FDA de 35.4 a 24.4 % y la LIG de 2.9 a 4.3 %. Sin embargo, la digestibilidad de la materia orgánica aumentó de 59.5 a 65.9 % de inicio de llenado de grano a ½ de avance de la línea de leche en el grano, pero disminuyo a 43 % en estado de madurez. La digestibilidad de la FDN disminuyó de 32.6 a 30.7 de llenado de grano a ½ de avance de la línea de leche y disminuyó notablemente a 18.1 % en estado de madurez. Bal *et al* (2000) también reportaron reducciones en FDN y FDA al avanzar el estado de madurez de inicio de llenado de grano a ½ de avance de la línea de leche en el grano. Adicionalmente reportan aumentos en contenido de almidón de 18.2 a 37.4 % y disminuciones en la digestibilidad de la FDN de 24.9 % a 13.% después del 2/3 de avance de la línea de leche, y de 93.8 a 86.2 % en el caso del almidón. Estos resultados son similares a los obtenidos en el presente estudio y confirman que la cosecha a 1/2 de avance de la línea de leche en el grano permite obtener altos RMS, niveles aceptables de FDN, digestibilidad de la FDN, almidón y ENl para la alimentación de vacas lecheras siempre y cuando se elija el híbrido adecuado.

BIBLIOGRAFÍA

Bal, M,A.,R. D. Shaver,K. J. Shinners, J. G. Coors,J. G. Lauer, R. J. Straub, and R.G. koegel. 2000. Stage of maturity, processing, and hibrid effects on ruminal in situ disappearance of whole-plant corn silage. Anim. Feed Sci. Technol. 86, 83-94.

Filya, I,. 2004. Nutritive value and aerobic stability of whole crop maize silage harvested at four stages of maturity. Anim. Feed Sci. Technol. 116, 141-150.

Crookston, R.K. and J.E. Kurle.1988. Using the kernel milk line to determine when to harvest corn for silage. J Prod Agric. 1:293-295.

Xu. S, J. H. Harrison, W. Kezar, N. Entrikin, K. A. Loney, and R. E. Riley. 1995. Evaluation of yield, quality, and plant composition of early-maturing hybrids harvested at three stages of maturity. Prof. Anim. Sci. 11:157-165.

Wiersma, D. A, P.R. Carter, K. A. Albrecht, and J.G. Coors. 1993. Kernel milkline stage and corn forage yield, quality, and dry matter content. J. Prod Agric. 6:94-99.

Cuadro 1. Respuesta del estado de madurez y el híbrido en la producción y composición nutricional de maíz forrajero.

	Madurez¥			Híbrido	
Variables†	L-M	1/3 LL	1/2 LL	31Y43	SB-302
Producción					
Altura (cm)	224.6	221.0	222.3	223.0	222.2
RFV (t ha^{-1})	52.08 a	34.40 b	34.40 b	39.10	41.48
RMS (t ha^{-1})	10.27 b	12.63 a	11.77 ab	12.47 a	10.64 b
Mazorca (%)	26.37 b	40.76 a	44.97 a	48.64 a	26.09 b
Días a cosecha	93 c	103 b	107 a	101	101
PC (%)	11.30 a	10.36 b	10.07 b	10.83	10.32
FDA (%)	36.00 a	29.32 b	30.72 b	28.54 b	35.49 a
Lignina MS (%)	4.56	4.48	4.48	3.99 b	5.03 a
Lignina FDN (%)	7.67 b	9.16 a	8.73 a	8.40	8.64
$DIVMS_{30}$ (%)	77.01 b	80.62 a	78.87 ab	81.50 a	76.16 b

†RFV=rendimiento de forraje verde; MS=materia seca; RMS=rendimiento de materia seca; PC=proteína cruda; FDA=fibra detergente ácido; DIV_{30}=digestibilidad *in vitro* de la materia seca a las 30 horas

¥L-M=estado lechoso-masoso del grano; 1/3 LL=un tercio de avance de la línea de leche de la madurez en el grano; 1/2 LL= un medio de avance de la línea de leche de la madurez en el grano.

‡Números en cada columna con desigual literal difieren al nivel de probabilidad indicado.

Cuadro 2. Interacción estado de madurez X híbrido en la composición nutricional de maíz forrajero.

	L-M¥		1/3 LL		1/2 LL	
Variables†	31Y43	SB-302	31Y43	SB-302	31Y43	SB-302
MS (%)	21.51	17.82	38.27	34.71	43.61 a	27.41 b
FDN (%)	54.95 b	63.90 a	45.70 b	52.35 a	42.95 b	59.37 a
$DIVFDN_{30}$ (%)	64.25 a	58.50 b	61.00	59.75	58.25	59.00
CNF (%)	26.50 a	17.22 b	37.62 a	31.62 b	41.30 a	23.40 b
Almidón (%)	15.42 a	3.9 b	31.72 a	21.45 b	34.10 a	10.70 b
ENl	1.15 a	1.00 b	1.30	1.20	1.37 a	1.07 b

†MS=materia seca; FDN=fibra detergente neutro; $DIVFDN_{30}$= digestibilidad *in vitro* de la fibra detergente neutro a las 30 horas; CNF=carbohidratos no fibrosos; ENl=energía neta para lactancia.

¥L-M=estado lechoso-masoso del grano; 1/3 LL=un tercio de avance de la línea de leche de la madurez en el grano; 1/2 LL= un medio de avance de la línea de leche de la madurez en el grano

‡Números en cada columna con desigual literal difieren al nivel de probabilidad indicado.

METODOLOGÍA PARA EL APROVECHAMIENTO DE PLÁNTULA DE MEZQUITE (*Prosopis sp*) EN ZONAS ÁRIDAS DE AGUASCALIENTES

Jorge Alejandro Torres González,[1] Antonio de Jesús Meraz Jiménez,[1] Juan J. Romo Durán[1], José Luis Galarza Mendoza[2], Fernando Rufino Rodríguez[1].

Universidad Autónoma de Aguascalientes[1], Instituto Tecnológico de Torreón[2] jatg91@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

La especie de mezquite con mayor distribución geográfica en el territorio mexicano es *Prosopis laevigata* (Palacios 2006), siendo un recurso esencial para la población, se puede aprovechar para fines cinegéticos, artesanías, abono orgánico, alimento para ganado, apicultura, para la elaboración de postes en cercos, mangos de herramientas y como combustible (Guzmán 2009). La tasa anual de deforestación en zonas donde crece el mezquite de 1993 hasta 2007, se ha estimado en 21,909 mil hectáreas (FAO 2010). La producción de mezquite en condiciones naturales se realiza por medio de semilla, la cual se encuentra en la región y es dispersada por animales (INE 2007). Las metodologías de propagación toman en cuenta las condiciones ambientales actuales, mas no siendo considerado el cambio climático, que obligara a reflexionar las actuales características de calidad y por consiguiente el cambio de rasgos a evaluar en el desarrollo de planta, para obtener fines específicos en ellos como: almacenamiento de carbono, protección de suelo y aumento de resistencia a fuertes perturbaciones (Cortina *et al.,* 2006). La selección de árboles padre no es importante para este fin, porque este estudio no está relacionado con la selección de semilla u órganos de mezquite propagados por reproducción asexual, como acodos aéreos, con características iguales a su progenitor y que normalmente se destinarían a la reforestación, sino el objetivo principal es el tratar de aprovechar el mayor numero de plántulas que resultaron de las cruzas naturales y desarrollarlas, para obtener lotes con la mayor variabilidad genética que posea genes adaptados a ambientes adversos como sequias, temperaturas extremas y baja fertilidad de suelo, específicamente destinados a la restauración de ecosistemas dañados.

Las semillas de mezquite que se encuentran en periodo de latencia son vulnerables en ambientes aridos y semiaridos debido a la falta de agua, tomandose como el principal factor limitante, pueden prosperar las que se encuentren donde la precipitacion es de 75 mm anuales (Martínez *et al* 2000), la sobrevivencia de las plántulas se debe a que posee adaptaciones para hacer uso eficiente del agua, destacando su sistema radical profundo, pero que sin embargo no lo hace independiente en las primeras etapas de crecimiento, razon por la cual el manejo de los

mezquites inicialmente debe de tratarse en un ambiente propicio, de lo contrario la plántula de mezquite que se estableció en sitios donde existe muy poca humedad o mucha cubierta vegetal competidora, al término de la temporada generalmente morirá (Mooney et al, 1977; Bush & Auken, 1990). En Aguascalientes llueve en promedio anualmente hasta 464 mm (CNA 1941-2010), dando pauta para que debajo de la copa que posee el mezquite forme un microclima, ambas situaciones benefician el proceso de germinación y crecimiento de plántulas de mezquite. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue el de aprovechar el mayor número de plántulas y desarrollarlas, para obtener lotes con la mayor variabilidad genética que posea genes adaptados a ambientes adversos.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en el verano de 2012. El área de estudio está localizada en los municipios de Jesús María y El Llano, Ags., los puntos de extracción presentan vegetación degradada, suelos compactos cercanos a áreas de cultivo.

Especificaciones del germoplasma

El germoplasma de mezquite identificado, para ser extraído debe de tener diferenciado los cotiledones, hipocótilo y radícula, así como presentarse totalmente emergido y sin falta de alguno de sus órganos antes mencionados, el color de los cotiledones e hipocótilo para ese momento cambio de blanco-amarillo a verde (Figura 1), la recolección puede extenderse todavía cuando las plántulas tengan formadas sus primeras hojas verdaderas, la extracción termina cuando aparezca como indicador la formación de lignina en el tallo, debido a la profundidad que ya alcanzo la raíz, de lo contrario la plántula tendrá menor posibilidad de sobrevivencia.

Figura 1.- Coloración blanco-amarillo (izquierda) y verde (derecha).

1. El germoplasma identificado se debe de aislar dentro del conjunto vegetal que lo rodea, desyerbando mínimo 5cm a la redonda, para evitar daños a la radícula y parte aérea de la plántula al momento de la extracción.

2. Se introduce una palita jardinera lo más larga posible en cualquier punto del circulo aislado, se hace un corte pastelero de tal manera que se extraiga la plántula completa con el menor daño posible, se saca el cepellón y se separa la plántula de mezquite de la tierra y raíces ajenas.

3. Se deposita la plántula en un termo, preferentemente una hielera con agua purificada suficiente para que las plántulas no se deshidraten. El agua que se encuentra dentro del suministro público de agua potable generalmente contiene cloro, razón por la cual es mejor no usarla (Figura 2).

Figura 2.- Plántulas de mezquite en agua purificada.

Las plántulas no deben de permanecer más de 12 horas en la misma agua o sin ser trasplantadas, las plántulas que no se logren trasplantar se deben de lavar y cambiar de agua donde permanecerán en reposo para su próximo trasplante, en caso de lo contrario, las pudriciones afectaran el porcentaje de sobrevivencia, aumentando la tasa de mortalidad proporcionalmente al tiempo que pasen en el agua después de lo especificado. El cambio de agua no debe efectuarse más de tres veces. Por lo que se recomienda no extraer más plántulas de las que se pueda trasplantar.

Contenedor y Sustrato

Las plántulas se deberán de pasar a un contenedor individual, existiendo una gran variedad, en nuestro caso se utilizó un recipiente de polipropileno “vaso de No. 5 ½” con capacidad de 127ml, perforado al fondo para permitir el drené de agua sobrante, lleno con sustrato húmedo hasta ¾ del volumen, se hace un orificio en el centro con el dedo de la mano y se pasa la plántula al sustrato, por último se presiona un poco el sustrato junto al hipocótilo para mantenerla erguida.

La mezcla o sustrato que se utilice deberá de cumplir características físicas básicas como: retención de humedad, cantidad y tamaño de poros, tener el mismo tamaño de partículas, además de estar libre de hongos, bacterias y otros patógenos que puedan hacer daño a la

planta, en este caso se utilizo como sustrato para el periodo de crecimiento peat moss, como se muestra en la figura 3.

Figura 3.- Sustrato usado en producción de mezquite

Ambiente controlado

Una vez que las plántulas se encuentren en el vaso o contenedor, se colocaran en un lugar caliente, para evitar el estrés y acelerar el crecimiento radicular, en caso de no contar con ambiente controlado, otra opción sería tapar el contendedor con otro contenedor más grande (Figura 4) o cubierta plástica transparente. Se mantendrán en esas condiciones mínimo 1 semana, ya terminado el tiempo, se procederá a destaparlos poco a poco, durante el transcurso de otra semana, el primer día se destapara o perforara un orificio pequeño, según sea el caso, con el fin de permitir el intercambio gaseoso y la adaptación de la plántula a nuevas condiciones ambientales, se aumentara el orificio diariamente hasta el término de la semana que es cuando tendrá que estar totalmente descubierto.

Figura 4.- Acondicionamiento de mezquites recién trasplantados.

Periodo de crecimiento

Las plántulas tendrán que pasar por un periodo de crecimiento de aproximadamente dos meses en el vaso, el periodo puede extenderse o acelerarse según la genética del germoplasma, el indicador más común de que este periodo se acorto será la clorosis en hojas basales, por lo que el siguiente paso será el trasplantar.

El germoplasma de mezquite que se genero debido a las cruzas naturales, tiene diferentes necesidades, razón por la cual el trasplante de preferencia debe de realizarse solo con las plantas que lo requieran, el germoplasma que no muestre signos de necesidad por falta de espacio puede mantenerse en el vaso el tiempo que lo requiera, para seguirle dando tratamiento antes de su salida al vivero (Figura 5).

Figura 5.- Clorosis en hojas basales causada por falta de espacio radicular.

Desinfección

La desinfección de tierra con la que se llenaran las bolsas consistirá en extender una cubierta plástica color negro sobre el suelo, luego se extiende una capa de tierra mojada sobre el hule negro y por último se cubre con un plástico transparente, de tal modo que no entre oxigeno a la tierra y se deja reposar bajo el sol mínimo una semana.

Trasplante

La tierra con el que se llenaran las bolsas estará compuesta de tierra de monte (65%) y arena con (35%), esta mezcla proporcionara principalmente mayor número de poros así como menos problemas de compactación, siendo lo mejor usar bolsas de polietileno para vivero con medidas mínimas de 10x20. llevando a cabo los siguientes pasos (Figura 6)

1. Se regaran las plántulas un día antes de ser trasplantadas, para que no existan problemas de desmoronamiento de cepellón por falta de humedad y por consiguiente mal acomodo de raíces y planta.
2. Al día siguiente, una vez preparada la tierra, se procederá a llenar las bolsas hasta ¾ de su volumen
3. Apisonar la tierra con una ligera sacudida de la bolsa hacia el piso, este movimiento compactara ligeramente y llenara los espacios vacios que quedaron dentro de la bolsa, para que el llenado sea uniforme. Este movimiento no compactara demasiado la tierra debido a la estructura que le proporcionamos con la mezcla entre tierra y arena.
4. Sacar la plántula del vaso contendor y depositarla en la bolsa con tierra a ¾ del volumen

5. Rellenar con tierra hasta que la bolsa quede con uno o dos centímetros debajo de la capacidad de la bolsa
6. Presionar la tierra junto a la plántula.
7. Humedecer la tierra hasta el punto de saturación y acomodar la planta con el resto.

Figura 6.- Pasos a seguir en el trasplante de mezquite.

Establecimiento

En la figura 7 se muestra el lugar, el cual debe de contar con agua disponible, debido a que los requerimientos hídricos del mezquite en las primeras etapas de crecimiento, el piso deberá de estar nivelado, libre de malezas y con sombra, se puede utilizar una malla que aporte un sombreo del 50% sombreado. Las camas de mezquite serán acomodadas aproximadamente 1.2m de ancho, la medida de largo variara según las necesidades del productor, el espacio entre camas o pasillo será de 0.8m.

CONCLUSIÓN

La metodología muestra una clara ventaja que permite aprovechar las plántulas que nacen bajo la copa del mezquite, este método constituye una primera fase para producir planta para su uso en reforestación, por lo que posteriormente se hará una evaluación de su comportamiento en campo

Este trabajo forma parte del proyecto: Evaluación integral para la conservación y uso sustentable de los recursos naturales de la microcuenca juan grande, el llano, ags. Con clave PIAg/RN11-1F.T. 13-2 de la Universidad Autónoma de Aguascalientes

Figura 7.- Vivero

BIBLIOGRAFÍA

Cortina, J., J. L. Peñuelas, Puértolas J., Savé R y Vilagrosa A. 2006. Calidad de Planta Forestal para la Restauración en Ambientes Mediterráneos. Estado Actual de Conocimientos. Naturaleza y Parques Nacionales. Serie forestal. Edita Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid, España. 193 págs. http://imem.ua.es/es/documentos/archivos-imem/articulos-investigadores/jordi-cortina/cortina-et-al-2006-planta-forestal-book.pdf

Flores T. F. J. 1993. Atributos Ecológicos y Aprovechamiento del Mezquite. Revista No. 9 Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Edición cuatrimestral. http://www.uaa.mx/investigacion/revista/archivo/revista9/Articulo%205.pdf

Guzmán L, M, A. 2009. Distribución, Sistemática, y Algunos Aspectos Ecológicos del Mezquite *Prosopis* spp. (L.) en el Estado de Nuevo León, México. Tesis UANL, 219pp http://eprints.uanl.mx/2547/1/Distribuci%C3%B3n_sistematica_y_algunos_aspectos_ecol%C3%B3gicos.pdf

Martinez, R., Rivera, O. A.,. Santamaria C.E. 2000. Evaluación de 25 tratamientos pregerminativos en semillas de mezquite (*Prosopis velutina* Wooton) en área de influencia de la URUZA. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Revista Chapingo serie zonas Áridas

Mooney et al, 1977; Bush & Auken, 1990,. Phenology, Morphology, Physiology. En B.B. Simpson (ed.) Mesquite: its biology in two desert evosystems. Dowden, Hutchinson & Ross, Pennsylvania. pp: 26-43 citados por Flores T. F. J., Atributos ecológicos y aprovechamiento del mezquite, revista No. 9 Investigacion y ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes Edición cuatrimestral, 1993.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) 2010. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010, informe nacional, México, FRA2010/132 Roma. http://www.fao.org/forestry/20387-0de8a552bcd60dbd25944c77f5f096ced.pdf

Palacios R.A. 2006. Los mezquites Mexicanos: biodiversidad y distribución geográfica. Bol. Soc. Arg. Bot. 41(1-2): 99-121.

Instituto Nacional de Ecología. 1994. Mezquite. http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/72/cultivo.html

Comisión nacional de agua, servicio meteorológico nacional. 1941-2010. Precipitación media estado de Aguascalientes. http://smn.cna.gob.mx/climatologia/precipitacion/prec-media.pdf

COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE GRANO Y APTITUD COMBINATORIA DE LÍNEAS DE MAÍZ

Sergio Alejandro Zapata Adame, Armando Espinoza Banda, Oralia Antuna Grijalva*, José Luis Coyac Rodríguez, Heriberto Quirarte Ramírez, Iván Macías García y Leocadio Gómez Fuentes

Departamento de Fitomejoramiento, Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Unidad Laguna. Km. 2. Periférico Raúl López Sánchez. 27059, Torreón, Coahuila
* Autor para correspondencia: oantuna_77@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La aptitud combinatoria significa la capacidad que tiene un individuo o una población, de combinarse con otros, medida por medio de su progenie. Sin embargo, la aptitud combinatoria debe determinarse no sólo en un individuo de la población sino en varios; a fin de poder seleccionar los que la exhiban en mayor cuantía. Al respecto, Hallauer y Miranda (1981) señalaron que la aptitud combinatoria específica (ACE) es más importante que la aptitud combinatoria general (ACG) en un programa de mejoramiento cuya finalidad sea la obtención de híbridos, ya que con la ACE se puede hacer mejor uso de los efectos no aditivos como la dominancia y la epistásis. Además, la ACG explica la proporción de la varianza genotípica debida a los efectos aditivos de los genes, mientras que la ACE revela la proporción de la varianza genotípica que puede deberse a las desviaciones de dominancia.

La ACG determina el desempeño promedio de una línea en sus combinaciones híbridas, mientras que, la ACE separa las combinaciones híbridas específicas que resulten mejor o peor de lo que se esperaría en relación con la media de la ACG de las dos líneas progenitoras (Sprague y Tatum,1942).

El trabajo de investigación se planteó como objetivo determinar si el uso de líneas con caracteres contrastantes permitirá identificar híbridos con buen potencial de rendimiento en el ciclo de verano en la región agrícola de la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

El campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, (24° 30´ y 27° LN, y 102° y 104° 40" LO,1150 msnm).

El material genético consistió en seis líneas de maíz; tres provenientes del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y el resto de la UAAAN-UL.

Cuadro 1. Origen y genealogía del material genético usado como progenitores.UAAAN-UL.2013

Línea	Origen	Pedigree
23	AN77-185	AN77-185-12-5-1
24	CML505-41	([92SEW"-77/[DMRESR-W]EarlySel-#I-2-4-B/CML386]-B-11-3-B-2-#-BB)-41
25	CML508-43	([89[G27/TEWTSRPool]#-278-2-XB/[COMPE2/P43SR//COMPE2]F#-20-1-1]-B-32-2-B-4-#-2-BB)-43
26	CML509-44	([9SEW1-2/[DMRESR-W]EarlySel-#L-2-1-B/CML386]-B-22-1-B-4-#-1-BB)-44
27	AN82-190	AN82-190-20-2-1
28	AN78-186	AN78-186-18-4-1

En verano del 2010 se realizaron las cruzas entre las líneas involucradas y en verano de 2011 bajo un diseño de bloques incompletos con 21 tratamientos y tres repeticiones, se evaluaron las 15 cruzas generadas y sus seis progenitores.

La siembra se realizó en seco en forma manual; la parcela experimental útil por tratamiento fue de 5.25 m^2 dados por dos surcos de 3.5 m de largo y 0.75 m de ancho con separación entre plantas de 0.20 m y 36 plantas por tratamiento y una población de 66,666 plantas Ha^{-1}.

La cosecha de la parcela útil se realizó cuando la semilla tenía 18% de humedad; el rendimiento de ajustó al 14% de humedad, empleando la siguiente fórmula:

$$kg\ Ha^1 = \frac{(PCXCD)(100-HC)}{\left(85\left(^{10000}/_{AU}\right)\right)}$$

Donde: PC= Peso de campo de las mazorcas cosechadas por parcela útil en Kg Ha^{-1}; CD= Constante de desgrane para ajustar rendimiento de grano igual a 0.8; HC= Humedad de campo ó de cosecha y AU= Área de Parcela útil.

Se cuantificaron las variables: rendimiento de grano, la longitud de mazorca (LM), diámetro de mazorca (DM), número de hileras en la mazorca (NH) y peso de mil semillas (PMS).

Las variables antes citadas se analizaron mediante el método II de Griffing (1956) cuyo modelo lineal es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + gi + gj + sij + \left(\sum\sum eijkl/4\right)$$

Donde: Y_{ijk} =valor fenotípico promedio observado de la cruza de las líneas i y j, en el bloque k; μ = media general; gj = efecto de la aptitud combinatoria general (ACG) del i-ésimo ó j-ésimo progenitor; sij= efecto de la aptitud combinatoria específica (ACE) de la cruza de los progenitores i y j; eijkl = efecto ambiental aleatorio correspondiente a la i, j, k, i-ésima observación. Las pruebas de significancia se efectuaron mediante D.M.S.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de varianza genético

Los cuadrados medios de las varianzas de la Aptitud Combinatoria General (ACG) fueron significativos (P≤0.05) en las variables DM y NHM, RG y PMS. Para Aptitud Combinatoria Específica (ACE) los cuadrados medios fueron altamente significativos para las variables de LM, RG y PMS. Respecto a la variable de GH, sus valores fueron significativos (Datos no mostrados).

Los valores de ACG ó aditivos fueron más importantes para las variables DM, NHM,GH y PMS, en tanto que los efectos no aditivos ó de ACE, lo fueron las características de LM y RG. Lo anterior sugiere que en el ciclo verano las características (DM, HM, GH y PMS) de los materiales evaluados pueden aprovecharse por medio de selección recurrente; en tanto que las agronómicas y el rendimiento, por hibridación. Beck *et. al*. (1990), Crossa *et. al.* (1990) y Vasal *et. al.* (1992) en maíces tropicales del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) encontraron que los efectos de mayor importancia fueron los aditivos. Los coeficientes de variación oscilaron entre 4.3% en FM a 10.6% de RG respectivamente.

Aptitud combinatoria general

Los efectos de aptitud combinatoria general (ACG) se presentan en la Cuadro 2; el progenitor 23 presenta un valor significativo y positivo (HM) y dos significativos y negativos (DM y PMS); el progenitor 24, fue altamente significativo para RG con 435.6 $Kgha^{-1}$. El progenitor 25, con alta significancia (PMS); el progenitor 26 mostró dos valores significativos y negativos para RG (P≥0.01) y PMS (P≤0.05); El progenitor 27 presentó valores significativos en las variables de: HM (0.32) y PMS (7.13); negativos, significativos y altamente significativos en GH (-0.7) y RG (-234.5) y el progenitor 28 con dos positivos y significativos (DM y RG). Los valores obtenidos para efectos de ACG mostraron una estimación del potencial de los progenitores para transmitir algunas de sus características a sus descendientes. La estimación de los efectos de ACG,

muestran que los mayores efectos significativos y positivos para rendimiento de grano (RG) corresponden a los progenitores 24 y 28, por lo que estos resultados indican que ambos progenitores tienen una alta contribución en la expresión del rendimiento de sus progenies, y que los efectos aditivos son los más importantes (De la Cruz *et. al.,* 2010).

Aptitud combinatoria específica

Respecto a los valores de ACE se observaron cinco de las 15 cruzas con valores positivos y significativos (P<0.01 y P<0.05) para rendimiento de grano (RG). En dos de ellas (23x24 y 23x28) se asoció positivamente con GH y, en una (25x28) se asocia negativamente con LM (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efectos de aptitud combinatoria general (ACG) y específica (ACE) para componentes de rendimiento de grano.UAAAN-UL.2013.

Genotipo	DM	LM	NHM	GH	PMS	RG
23	-1.08*	-0.1	0.45*	0.6	-20.7**	20.14
24	0.15	-0.13	1.13	1.1	1.15	470.6**
25	0.03	-0.04	-0.01	-0.9	15.2**	-124.6
26	-0.48	-0.1	-0.05	-0.4	-5.60*	-276.4**
27	0.15	0.05	0.32*	-0.7*	7.13*	-234.4**
28	1.22*	0.33	-0.2	-0.5	2.81	144.7*
23x24	1.27*	-0.39	3.6	1.34	28.0**	1303**
23x25	0.49	1.35*	-0.4	0.14	2.2	70
23x26	0.61	-0.07	-1.4	0.61	37.6**	-1105**
23x27	1.19*	0.06	-1	0.52	13.94	810*
23x28	-1.40*	-0.36	3.3	-0.4	-42.7**	-45
24x25	-0.97	0.47	-0.7	1.1	4.7	248
24x26	-0.16	-0.48	-1.7	1.67	5.9	948**
24x27	0.86	0.92	0.8	-0.19	-10.0	-291
24x28	-0.96	-0.59	-0.2	-2.36	-8.5	-1785**
25x26	0.87	0.12	0.5	-0.39	11.6	331
25x27	-0.47	-1.06*	-2.8	1.82	-0.2	885.**
25x28	1.79*	-0.83*	2.3	-2.03	-8.7	-501*
26x27	0.53	-0.49	1.6	0.6	18.7*	1623**
26x28	-0.15	-0.49	0.2	-1.07	-36.3**	-555*
27x28	-2.27*	0.25	-0.7	-2.58	-23.7**	-2149**

*, ** Valores significativos al 0.05 y 0.01 de probabilidad. DM= Diámetro de mazorca, LM= Longitud de mazorca, NHM= Número de hileras por mazorca, GH: Granos por hilera, PMS= Peso de mil semillas y RG= Rendimiento.

En tres de las cruzas con mayor ACE (23x24, 24x26 y 25x28) participa dos progenitores con ACG alta y positivo y otro con valor bajo ó negativo. También se detectan cruzas donde intervienen dos progenitores con ACG negativa.

Antuna *et al.* (2003), De la Cruz *et. al*. (2010), y Caballero y Cervantes (1990) encontraron que cruzas con los valores más altos de ACE, al menos una tenía altos valores de ACG. De estos se esperaría que también presentaran altos rendimientos de grano. De esta manera se detecta que los padres más frecuentes en las mejores cruzas, fueron el 23 seguido de 26, 27 y 28. Igualmente, estas cruzas fueron de mayor producción en rendimiento; lo anterior se explica a que participan progenitores con germoplasmas muy contrastados, como las cruzas NARRO x CIMMYT.

Rendimiento y características agronómicas

Progenitores

En promedio, el rendimiento de grano de los progenitores fue de 2613 kg ha^{-1}. Los progenitores 24 y 28 significativamente fueron los de mayor rendimiento con 3863 y 3848 kg ha^{-1}. El resto se ubicó por debajo de la media (2613 kg ha^{-1}). Respecto a las características de mazorca, el mayor DM se presentó en el P28 con 49 mm estadísticamente superior al resto; en LM y NHM fueron iguales ($P<0.05$) no así para GH, donde el P27 fue superior ($P<0.05$) pero igual a P24 y P28. El PMS osciló de 271 para el P26 a 340 gramos del P25; P25 fue igual a P28, P23 y P27.

Cuadro 3. Comportamiento promedio de componentes de rendimiento de grano.UAAAN-UL.2013

Progenitor	DM (mm)	LM (cm)	NHM	GH	PMS (g)	RG (kg ha^{-1})
24	46	16	14	43	301	3863
28	49	17	14	42	332	3848
23	40	14	14	37	239	2353
25	46	16	14	40	340	2062
27	45	16	13	44	335	1998
26	43	16	14	38	271	1551
Media	45	16	14	41	303	2613
23x24	46	17	14	39	328	5139
23x28	46	17	14	37	298	4497
24x26	44	16	13	36	321	4487
26x27	46	17	13	38	340	4457
23x27	47	17	14	40	320	3940
24x25	45	15	14	36	340	3939
26x28	47	16	14	39	318	3899
25x28	45	18	13	40	338	3898
25x27	43	16	12	40	341	3871
23x25	46	16	16	35	316	3310
24x27	46	17	14	35	318	3290
25x26	46	15	14	38	341	3274
24x28	44	15	13	40	335	2598
23x26	43	16	14	37	331	1983
27x28	45	14	13	36	304	1983
Media	45	16	14	38	326	3638
*DMS 5%	1.2	1.4	4.2	1.5	19.3	481.2

*, DMS: Diferencia mínima significativa; DM= Diámetro de mazorca, LM= Longitud de mazorca, NHM= Numero de hileras por mazorca, GH: Granos por hilera y PMS= Peso de mil semillas y RG= Rendimiento.

Cruzas

El mayor rendimiento de grano (RG) se observó en la cruza 23x24 con 5139 kg ha^{-1} y superior ($P<0.5$) al resto. También sobresalen las cruzas 23x28, 24x26 y 26x27. El resto de las cruzas fueron significativamente inferiores a las cuatro cruzas anteriores.

CONCLUSIONES

Los progenitores 24 y 28 manifestaron los mayores valores de ACG para rendimiento.

En general se observa que los progenitores con mayor ACG forman las cruzas con mayor ACE en rendimiento de grano.

BIBLIOGRAFÍA

Antuna, G. O., F. R. Sánchez, E., G del Río, N., A. R. Torres., y L. B. García. (2003) Componentes genéticos de caracteres agronómicos y de calidad fisiológica de semillas en líneas de maíz. Rev. Fitotec. Mex. 26(1): 11-17.

Beck, D. L., S. K. Vasal., and J. Crossa (1990). Heterosis and combining ability of CIMMYT´S tropical early and intermediate maturating maize (Zea mays L.) germplasm. Maydica 35: 279-285.

Caballero, H. F., y T. Cervantes. S. (1990) Estudio genético y taxonómico de poblaciones de maíz de raza tuxpeño. Agrociencia serie Fitociencia 1(2): 43-64.

Crossa J., S.K. Vasal., and D. L .Beck. (1990) Combining ability estimates of CIMMYT´S tropical late yellow maize germoplasm. Maydica 35: 273-278.

De la Cruz, L. E., G. Castañón. N., N. P. Brito., M. A. Gómez, V., V. Robledo. T., y A. J. Lozano. R (2010). Heterósis y aptitud combinatoria de poblaciones de maíz tropical. Phyton. 79(1): 11-17.

Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Aust. J. Biol. Sci. 9:463–493.

Hallauer, A. R., and Miranda, F. J. B. 1981. Quantitative genetics in maize breeding. Iowa State University Press. Ames, Iowa. USA.

Poehlman,J.M., y Allen,D. 2003. Mejoramiento genético de las cosechas. Guzmán, O. M., Hernández, C. M. A., y Serrano, C. L. M. (Trad.). Editorial Limusa. México.

Sprague, G. F., and Tatum, L. A. 1942. General vs specific combining ability in single crosses of corn. J. Am. Soc. Agron. 34:923–932.

Vasal, K. S., G. Srinivasan., S. Pandey., H. S. Córdova., G. C. Han., and F. C. González. (1992) Heterotic patterns of nine-two white tropical CIMMYT maize lines. Maydica 37: 259-270

NIVELES DE INFESTACIÓN DEL PICUDO Y PARATRIOZA EN EL CULTIVO DE CHILE (*Capsicum annuum L.*) EN EL EJIDO DOLORES HIDALGO, NAZAS, DGO.

[(1)] Héctor Zermeño González, [(2)] Claudia Morales García, [(2)] Maria Guadalupe Medina Chavarria, [(3)] Ubaldo Nava Moreno

[(1)] Maestro del Instituto Tecnológico de Torreón (*zermegon@yahoo.com.mx*)
[(2)] Alumna de Ingeniería en agronomía del Instituto Tecnológico de Torreón
[(3)] Representante de la JLSV- RLDGO.

INTRODUCCIÓN

En nuestro país es de primordial importancia el cultivo de chile por la superficie laborable que se le destina, la producción que se obtiene, el valor que representa en términos económicos y la demanda nacional que satisface. En el 2011, el estado de Durango ocupo el tercer lugar en cuanto a la superficie cultivada de chile y el sexto lugar en lo que respecta a la producción (SIAP, 2011). En la región de Nazas Durango, específicamente en el ciclo agrícola P-V/2011 se cultivaron 4,201.50 ha de chile, con una producción de 38,303.00 ton, con un rendimiento promedio de 9.12 ton ha^{-1} y un valor de $235,103.57 (SIAP, 2011). A pesar de las cifras anteriormente señaladas, existen factores adversos que limitan la producción de este cultivo, como son las altas temperaturas, deficiencias en el manejo, enfermedades, maleza y el ataque de plagas. En lo que se refiere a plagas, el picudo del chile es uno de los insectos de mayor importancia en el cultivo en México y es uno de los más importantes en la Comarca Lagunera, ya que el daño lo hace directamente a los frutos y provoca su caída (INIFAP, 2006). Existe otra plaga, el psílido o paratrioza que se ha convertido en una de las más importantes durante los últimos ciclos agrícolas en la región de Nazas, debido a los patógenos (fitoplasmas) que transmite y a la inyección de toxinas a la planta (INIFAP, 2006). La biología reproductiva de ambas plagas, está asociada a la variación de la temperatura y la disponibilidad de alimento. Los adultos del picudo del chile viven de tres a cuatro meses bajo condiciones naturales (Elmore et al., 1934), pero si no tienen alimento solo viven de una a tres semanas (Riley y Sparks, 1995). En cuanto a poblaciones de paratrioza son particularmente abundantes después de inviernos con poco frio y ambiente fresco (Drees y Jackman, 1999). El eje central en las decisiones de manejo tanto del picudo del chile como la paratrioza, va dirigido a eliminar los adultos, cuando estos se encuentren en el exterior de las plantas (INIFAP, 2006). Una primera acción de control para el picudo del chile es identificar el grado de infestación de las plagas en el cultivo y su relación con factores climáticos o de manejo (INIFAP, 2006). Por lo que el presente trabajo tiene como objetivo detectar y determinar las infestaciones del Picudo y la Paratrioza en el cultivo de chile en el Ejido Dolores Hidalgo, Nazas, Dgo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevo a cabo en el Ejido Dolores Hidalgo, ubicado en el Municipio de Nazas, Dgo. (Figura 1), para lo cual se dispuso de una superficie de 3/4 de hectárea como sitio representativo. El municipio de Nazas se localiza al Noroeste del estado de Durango, en las coordenadas 104° 25' 12'' y 103° 45' 36'' longitud oeste, 25° 34' 48'' y 24° 57' 36'' 13' 34" de Latitud Norte a una altura promedio de 1250 metros sobre el nivel del mar (msnm). **MUNICIPIO DE NAZAS, DGO.**

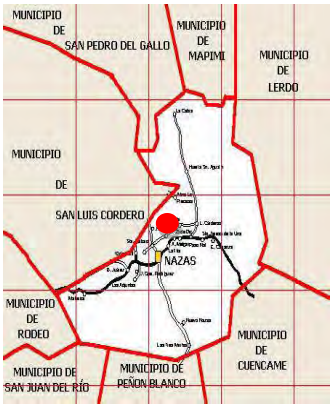


Figura 1. Localización del área en la cual se desarrollo la campaña de plagas en el cultivo de chile, en el Ejido Dolores Hidalgo Nazas, Dgo., durante el ciclo agrícola primavera-verano 2013.

Para el monitoreo con trampas del picudo del chile utilizan trampas amarillas con feromona, de 30 cm x 12.5 cm, colocadas a una altura de 10 a 60 cm sobre la superficie del suelo (según el desarrollo del cultivo), también puede ser un método efectivo de monitoreo de los adultos (Sagarra-Carmona y Pantoja, 1988), ya que una trampa representa la revisión de aproximadamente 50 yemas (Riley y Schuster, 1994). Para paratrioza se utilizan trampas amarillas pegajosas, de 25 cm x 10 cm, colocadas a la altura de la planta (según el desarrollo del cultivo).

El muestreo directo del picudo del chile La estrategia de manejo de este insecto plaga se basa en el monitoreo de los adultos. El adulto es activo durante el día, y hay mas adultos presentes en la mañana que en la tarde (Riley *et al*., 1992a). Se siguiere iniciar los monitoreos de este insecto al inicio de floración, cuando se tenga un 5% de botones florales, y revisar los campos de cultivo dos veces por semana, entre las 7:00 a 11:00 horas de la mañana (Andrews *et al*., 1986). Se deben de revisar al menos 100 brotes terminales, un brote terminal (yema o botón floral) por planta, 20 plantas seguidas por punto de muestreo. Al inicio, cuatro de los cinco puntos de muestreo deben de estar cerca de la orilla del cultivo, y después, ya se escogen como puntos representativos del lote cultivado. Para la Paratrioza es importante monitorear los

psílidos antes de iniciar cualquier medida de control, ya que sus infestaciones son esporádicas. Los muestreos al inicio de la temporada de cultivo se deben concentrar en las hojas inferiores de las plantas o de la maleza relacionada a la familia Solanaceae que crece a los alrededores. Cuando se detecte la llegada de los adultos, se debe hacer un muestreo mas intensivo para las ninfas de los psílidos, a través de cortar 50 hojas al azar en todo el lote, las cuales se obtienen de la parte intermedia de la planta revisada (Nava, 2002).

Para la obtención del padrón de productores del Ejido Dolores Hidalgo así como de la superficie parcelaria contemplada para el ciclo agrícola primavera-verano 2013 se visito al Comisariado del Ejido, el cual nos proporciono la siguiente información (Cuadro 1).

Cuadro 1. Padrón de registro de productores del cultivo de chile en el Ejido Dolores Hidalgo, Nazas Dgo., durante el ciclo agrícola primavera verano 2013.

Nombre del productor	Superficie (ha)
Pedro Aguilera Sánchez	1/4
Manuel Antúnez Ortiz	1/4
José Lodegario Mata Morales	1/4
Carlos Flores Zapata	1/8
Ubaldo Zapata Mata	1/2
José Castro Aguirre	1/4

Con el fin de actualizar los conocimientos técnicos, se contó con una asesoría por parte del Profesional Fitosanitario de la Junta Local de Sanidad Vegetal (JLSV) encaminada a las acciones de monitoreo con trampas y muestreo directo de plagas.

Para el monitoreo del picudo del chile, se coloco una trampa amarilla pegajosa con feromona atrayente (de agregación) para la captura de adultos (Figura 2), colocada en el perímetro del predio y a una altura de 10 a 60 cm sobre la superficie del suelo (según el desarrollo del cultivo). La trampa fue monitoreada cada semana y reemplazada cada mes.

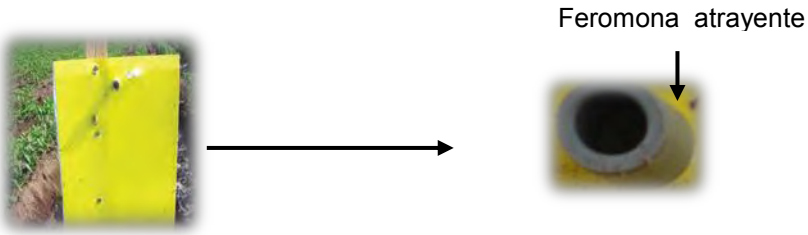


Figura 2. Estación de trampa amarilla con feromona atrayente (de agregación) colocada en el predio dos del Ejido Dolores Hidalgo, Nazas, Dgo., durante el ciclo agrícola primavera-verano 2013. .

El monitoreo para Paratrioza, se instalaron trampas amarillas pegajosas, las cuales se ataron a una estaca que fue colocada en ángulo (Figura 3) y a la altura del cultivo (según el desarrollo de éste), éstas fueron monitoreadas a las 24 horas después de que se colocaban y fueron reemplazadas cada semana.

Figura 3. Forma de la colocación de las trampas amarillas para paratrioza en el Ejido Dolores Hidalgo, Nazas, Dgo., durante el ciclo agrícola primavera-verano 2013.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 2, en lo que respecta a paratrioza se muestra la captura de individuos en cada estación de monitoreo así como el promedio obtenido. Los resultados del promedio de los siete monitoreos indican que en el muestreo dos se obtuvieron la mayor captura de individuos y en el muestreo siete se obtuvieron la menor captura de individuos.

Cuadro 2. Captura de individuos (numero de paratrioza) por estación de monitoreo, y promedio obtenido en el Ejido Dolores Hidalgo, Nazas, Dgo., durante el ciclo agrícola primavera-verano 2013.

Monitoreo	Estaciones				Promedio
	1	2	3	4	
1	38	121	105	75	84,75
2	48	216	145	117	131.5
3	29	40	48	38	38.75
4	20	20	23	27	22.5
5	6	7	4	4	5.25
6	7	1	8	7	5.75
7	4	1	1	1	1.75

La infestación de paratrioza (porciento de infestación por muestreo) en los diferentes predios se presenta en el Cuadro 3. En el primer muestreo, el predio tres presento los niveles de infestación más elevados y el predio uno presento menor infestación. En el segundo, tercero, cuarto y quinto muestreo el predio uno presento mayores niveles de infestación, el predio tres presento en el segundo muestreo la infestación más baja; el predio dos presento en el tercero, cuarto y quinto muestreo los niveles más bajos. En el sexto muestreo los predios dos y tres presentaron la misma infestación; fueron los predios con mayor infestación, mientras que el predio uno no presento infestación; y en el séptimo muestreo no se presento infestación alguna en ninguno de los tres predios. Los resultados del promedio de los siete muestreos realizados muestran que el predio tres presentó la infestación más baja y el predio uno presento los niveles más elevados de infestación.

Cuadro 3. Infestación expresada como porciento de infestación por muestreo, en el Ejido Dolores Hidalgo, Nazas, Dgo., durante el ciclo agrícola primavera-verano 2013.

Predio	Nivel de infestación por muestreo (%)							Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	
1	1.2	30.2	15.8	3.8	1.4	0	0	7.49
2	1.8	17.4	6.8	1.4	0.4	0.6	0	4.06
3	2.6	6.2	12.8	1.8	0.6	0.6	0	3.51

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos de esta investigación se concluye que el uso de trampas para monitoreo se constituye como una excelente opción para determinar la presencia o ausencia de la plaga y tomar decisiones en cuanto a la aplicación oportuna de un insecticida, en base a los resultados obtenidos en monitoreo con trampas y muestreo directo se hace la sugerencia al productor de aplicar insecticida.

BIBLIOGRAFÍA

Andrews, K. L.; A. Rueda; G. Gandini; S. Evans; A. Arango and M. Avedillo. 1986. A supervised control program for the pepper weevil, Anthomonus eugenii Cano, in Honduras, central America. Trop. Pest Management. 32 (1): 1-4.

Drees, B. M. and J. Jackman. 1999, Field guide to Texas insects. Guif Publishing Co, Houston, Texas.

Elmore, J. C.; A. C. Davis and R. E. Campbell. 1934. The Pepper weevil. Washington D. C. United States Departament of Agriculture, No. 447. 28 pp.

INIFAP. 2006. día demostrativo: tecnologías de producción de chile para deshidratar nazas, durango. Memoria, 2006. Nazas, Durango. 7 p.

INIFAP. 2006. tecnologías de producción de chile seco. Libro técnico Nº 5. Centro de Investigaciones Regional Norte Centro. Campo Experimental Zacatecas. 100 p.

Nava, C. U. 2002. Muestreo, monitoreo y umbrales económicos del psílido del tomate, *Bactericera cockerelli* (Sulc). Memoria del primer taller sobre *Paratrioza cockerelli* Sulc., Culiacán, Sinaloa, 25 y 26 de junio de 2002. pp. 57-77.

Riley, D. G. and A. N. Sparks. " The pepper weevil andits management". Texas Agricultural Extension Service, http://insects.tamu.edu/extension/bulletins/1-5069 (March, 1995).

Riley, D. G. and D. J. Schuster. 1994. Pepper weevil adult response to colored sticky traps in pepper fields. Southwestern Entomolo. 19: 93-107.

Riley, D. G.; D. J. Schuster and C. S. Barfield. 1992a. sampling and dispersion of pepper weevil (Coleoptera: Curculionidae) adults. Environ. Entomol. 21:1013-1021.

Sagarra - Carmona, A. and A. Pantoja. 1998. Evaluation of relative sampling methods for population estimation of the pepper weevil, *Anthonous eugenii Cano* (Coleoptera: Curculionidae). J. Agric. Univ. Puerto Rico 72 (3): 387-393.

SIAP. 2011. Cierre de la producción agrícola por cultivo. http://www.siap.gob.mx/. (Verificado el 15 de Junio del 2013).

RESPUESTA DE PLÁNTULAS DE ALGODONERO (*Gossypium herbaceum* L.*)* AL PREACONDICIONAMIENTO DE SEMILLAS CON SUSTANCIAS OSMÓTICAS

Ma. Magdalena Villa-Castorena[1], Ernesto Alonso Catalán-Valencia[1], Marco Antonio Inzunza-Ibarra[1], Abel Román-López[1], Jose Luis González-Barrios e Hilario Macías-Rodríguez[1]

[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

El pre acondicionamiento de semillas con sustancias osmóticas es un método usado para mejorar la calidad fisiológica de la semilla a través de la uniformidad y porciento de germinación. El método consiste en la inmersión de las semillas en una solución osmótica o en cantidades limitadas de agua durante cierto período de tiempo, con o sin deshidratación previa a la siembra (Welbaum *et al*., 1998 y Mc Donald, 1999). Como resultado a ese tratamiento, las semillas tienden a germinar en menos tiempo y a responder mejor bajo condiciones ambientales adversas como déficits de humedad en el suelo, salinidad y altas temperaturas (Bradford *et al*. 1990).

El resultado del acondicionamiento osmótico es afectado por una serie de factores. Entre los que destacan la especie, el agente osmoacondicionante, el potencial osmótico,el tiempo de acondicionamiento, la temperatura de la solución y el vigor de la semilla (Killian y Tapia, 2001; Lee *et al*., 2002). Las sustancias usadas en el acondicionamiento osmótico pueden ser inorgánicas y orgánicas. Entre las primeras, las más usadas son NaCl,(cloruro de sodio), KNO_3, (nitrato de potasio),KH_2PO_4 (fosfato monopotásico), , NH4NO3 (nitrato de amonio), niitrato de calcio ($Ca(NO_3)_2$), nitrato de sodio ($NaNO_3$), sulfato de magnesio ($MgSO_4$). Las sustancias orgánicas comúnmente empleadas son glicerol ($C_3H_8O_3$), manitol ($C_6H_{14}O_6$) y polietilenglicol ($C_{2n+2}H_{4n+6}O_{n+2}$) (Mauromicale y Cavallaro, 1995; Killian & Tapia, 2002).

El presente estudio se estableció con el objetivo de evaluar la respuesta de la emergencia y crecimiento de plántulas de algodonero a tres agentes osmóticos, tres potenciales osmóticos y tres tiempos de inmersión.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el INIFAP, CENID RASPA, ubicado en Gómez Palacio, Dgo. en condiciones de laboratorio e invernadero.. Se evaluaron tres sustancias osmóticos: NaCl (S1), KNO_3 (S2) y $Ca(NO_3)_2$ (S3), tres potenciales osmóticos: 0.3 (O1), 0.5 (O2) y 0.7 (O3) MPa, y

tres tiempos de inmersión: 24 (T1), 48 (T2) y 72 h (T3). También se contó con un testigo al cuál no se le dio ningún tratamiento (T). La cantidad necesaria de cada sustancia para establecer los potenciales osmóticos evaluados se calcularon de acuerdo a la Ley de Vant´t Hoff. que establece la relación entre el potencial osmótico y la concentración del soluto. Para aplicar el acondicionamiento osmótico se colocaron 400 semillas en frascos de plástico, se les aplicó 250 ml de cada solución osmótica y se dejaron los tiempos necesarios a cada tiempo de inmersión, esto se hizo bajo condiciones de laboratorio.

Las semillas se sembraron en charolas de poliestireno de 200 cavidades llenas con una mezcla de turba con perlita y vermiculita (70, 15 y 15% en base a volumen). Se colocó una semilla por cavidad y se utilizó la variedad transgénica FM11740B2F. Las plántulas se regaron en forma manual diariamente con agua y después de la aparición de las dos hojas verdaderas se regaron con una solución nutrimental con 60-60-60 mg L^{-1} de N, P y K, respectivamente. El diseño experimental fue bloques al azar, con cuatro repeticiones y arreglo de tratamientos factorial 3^3 para un total de 27 tratamientos más el testigo; la unidad experimental fue de 100 plántulas por charola.

A los 30 días después haber iniciado los tratamientos de acondicionamiento de las semillas se seleccionaron al azar cuatro plantas por tratamiento en cada una de las repeticiones. A ellas se les midió la altura de planta, el diámetro del tallo, el área foliar, la biomasa seca de la raíz (BSR) y parte aérea (BSA). Los datos se analizaron mediante el análisis de varianza usando el programa SAS (2002) versión 8.0) según el modelo lineal general y la separación de medias se hizo con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). Los datos de la variable de porcentaje de emergencia se transformaron a Arc sen$\sqrt{X}$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los efectos principales de los tres factores estudiados y las interacciones entre ellos, excepto la triple interacción afectaron de manera significativa ($p \leq 0.01$) a la emergencia de las plantas. El incremento de las horas de inmersión de las semillas disminuyó la emergencia de plantas en cada sustancia evaluada (Figura 1). Con el NaCl y tiempo de inmersión de 24 horas, las plantas emergidas fueron similares en los tres potenciales osmóticos, con un promedio entre ellos de 83%, el cual representó el 97% del testigo. Con el KNO_3 y 24 horas de inmersión, el potencial de 0.3 MPa produjo la mayor emergencia de plantas con un 10% más que el observado en los otros dos potenciales; ese tratamiento mostró también una emergencia similar a la del testigo. Con la combinación del $Ca(NO_3)_2$ y 24 horas de inmersión de las semillas, la emergencia de plantas se redujo con el incremento del potencial osmótico, pero en ningún caso fue inferior al

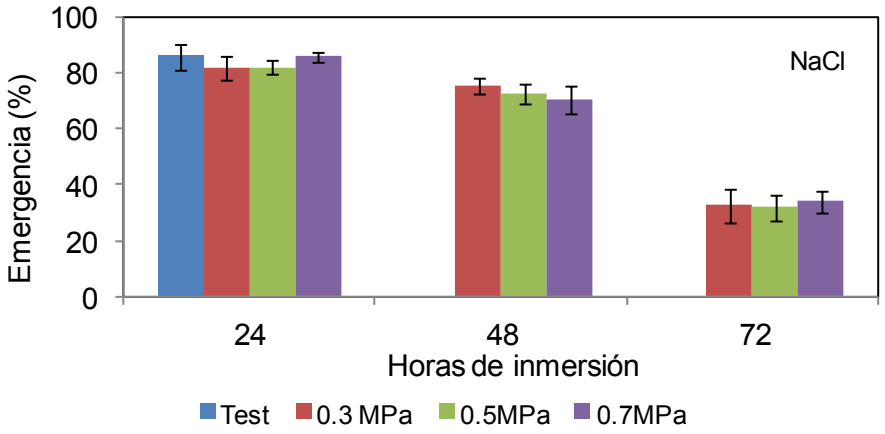
testigo; el potencial de 0.3 MPa mostró un 8% más de plantas emergidas que el testigo (Figura 1).

Los análisis estadísticos para las variables altura de planta y peso seco total por planta peso mostraron que sólo el factor tiempo de inmersión de la semilla las afectó significativamente (p<0.05). La altura de planta y el peso seco total disminuyeron a medida que el tiempo de inmersión incrementaba. La altura de planta del T1, representó el 96% de la altura registrada en el testigo; el peso seco total por planta del menor tiempo de inmersión fue superior en un 14% que el del testigo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Medias de altura de planta y peso seco total por planta en cada tiempo de inmersión estudiado.

Tiempo de inmersión (h)	Altura de planta (cm) †	Peso seco total (g) †
24	9.2 a	0.162 a
48	9.1 a	0.141 ab
72	7.0 b	0.124 b
Testigo (sin tratar)	9.6	0.142

†Medias seguidas por la misma letra dentro de cada columna no son estadísticamente diferentes
(Tukey α = 0.05).



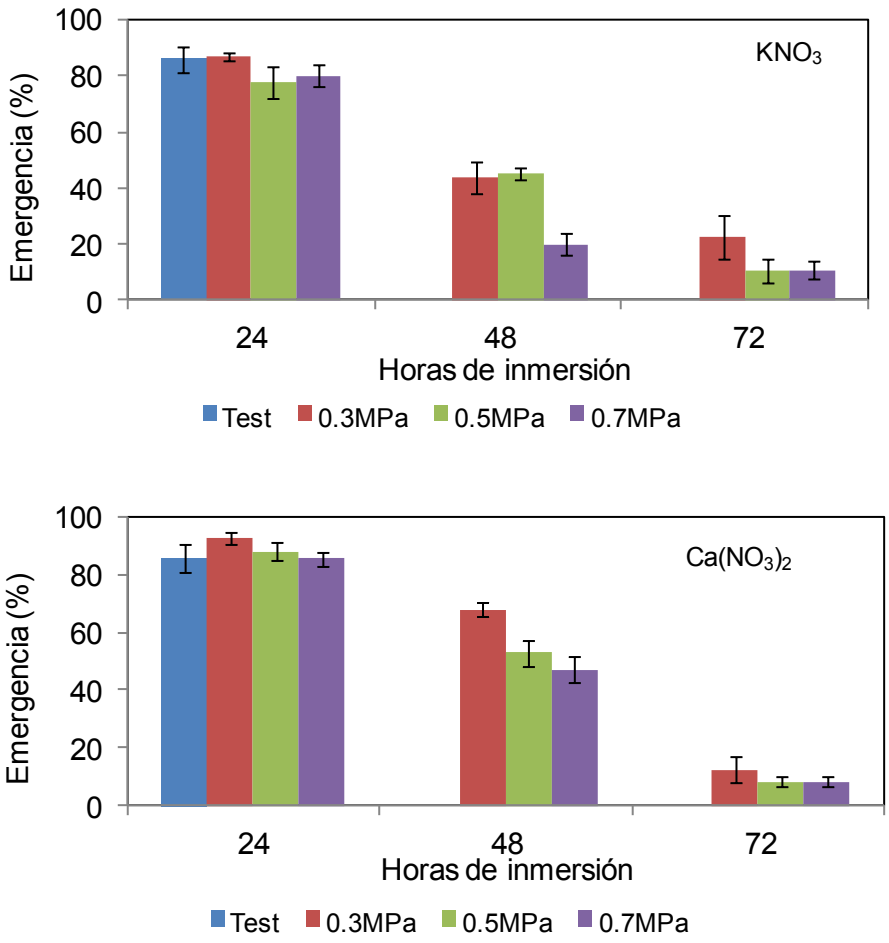


Figura 1. Porcentaje de emergencia de plantas en cada sustancia y potencial osmótico y tiempos de inmersión evaluados. Las líneas verticales indican ± el error estándar.

Cuadro 1. Medias de altura de planta y peso seco total por planta en cada tiempo de inmersión estudiado.

Tiempo de inmersión (h)	Altura de planta (cm) †	Peso seco total (g) †
24	9.2 a	0.162 a
48	9.1 a	0.141 ab
72	7.0 b	0.124 b
Testigo (sin tratar)	9.6	0.142

†Medias seguidas por la misma letra dentro de cada columna no son estadísticamente diferentes
(Tukey α = 0.05).

El análisis de los datos del área foliar indicó efectos significativos (p<0.05) de los tres factores estudiados, pero no de las interacciones entre ellos. El $Ca(NO_3)_2$ mostró el área foliar más alto, con un 9% más que el observado con el NaCl, un 20% más que el del KNO_3, y un 23% más que

el testigo. El incremento del potencial osmótico redujo el área foliar, pero en ninguno de los casos fue inferior que el testigo, el cual produjo un 20% menos de área foliar que el tratamiento con 0.3 MPa (Cuadro 2). El tiempo de inmersión de las semillas de 72 horas disminuyó en un 16% el área foliar, con respecto al tiempo de 24 y 48 horas, los cuales mostraron un área foliar estadísticamente similar, el testigo también produjo un 16% menos de área foliar (Cuadro 2).
El diámetro del tallo no se vio afectado por ninguno de los factores estudiados ni la interacción de ellos, el valor promedio de esta variable fue de 1.9 mm.

Cuadro 2. Medias del área foliar por planta en cada factor estudiado.

Sustancia osmótica	Media (cm^2) †	Potencial Osmótico (MPa)	Media (cm^2) †	Tiempo (h)	Media (cm^2) †
NaCl	23.8 ab	0.3 MPa	26.1 a	24	25.0 a
KNO_3	21.7 b	0.5 MPa	23.7 ab	48	24.9 a
$Ca(NO_3)_2$	26.0 a	0.7 MPa	21.8 b	72	21.6 b
Testigo	21.0		21.0		21.0

†Medias seguidas por la misma letra dentro de cada columna no son estadísticamente diferentes (Tukey α = 0.05).

CONCLUSIONES

La sustancia osmótica, el potencial osmótico y el tiempo de inmersión de las semillas interactuaron para afectar el porcentaje de emergencia de las plantas de algodonero. La mayor emergencia de plantas se obtuvo con la combinación de $Ca(NO_3)_2$, 0.3 MPa y 24 h de inmersión de la semilla. Sólo el tiempo de inmersión de la semilla afectó de manera significativa a la altura y peso seco total por planta; resultando el tiempo de 24 horas con los valores más altos. El $Ca(NO_3)_2$, el potencial osmótico de 0.3 MPa y 24 horas de inmersión promovieron la mayor área foliar por planta. Las plantas de semillas tratadas osmóticamente mostraron mayor crecimiento que el testigo.

BILBIOGRAFÍA

Bradford, K. J., J. J. Steiner y S. E. Trawatha. 1990. Seed priming influence on germination and emergence of pepper seed lots. Crop Sci. 30: 718-721.

Killian, S. and A.M. Tapia. 2001. Pretratamiento de semillas de *Prosopis chilensis* en soluciones de sales de Na y K. Revista de CIZAS. UNCa. 2: 99-108.

Killian, S. and A.M. Tapia. 2002.). Efecto de tratamientos de pregerminación sobre la germinación y el crecimiento de *Prosopis chilensis* (Moll.) Stuntz. Primeras Jornadas Universitarias de Ingeniería: 55-56.

Lee, S.Y., J.H. Lee and T.O. Kwon. 2002. Varietal differences in seed germination and seedling vigor of Korean rice varieties following dry heat treatments. *Seed Sci. Technol*., 30: 311-321.

Mauromicale, G. and V. Cavallaro. 1995. Effects of seed osmopriming on germination of tomato at different water potential. Seed Sci. Technol. 23: 393-403.

Mc Donald, M.B. 1999. Seed deterioration, physiology repair, and assessment. Seed Sci. Tecnolo. 27:177-237.

Statistical Analysis Systems Institute (SAS Institute). 2002. The SAS System for windows version eight. Carry, N.C. U.S.A.

Welbaum, G. E., Z. Shen, M. O. Oluoch, L. W. Jett. 1998. The evolution and effects osf priming vegetable seed. Seed Technology 20:209-235.

DIGESTORES ANAERÓBICOS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGAS: PROBLEMAS OPERACIONALES Y POSIBLES SOLUCIONES

Maritza Argelia Macías Corral [1], Jesús Arcadio Muñoz Villalobos [1], Gerardo Salazar Gutiérrez [2], José Antonio Cueto Wong [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, Centro de Investigación Regional Pacifico-Centro (CIRPAC). Interior Parque de Los Colomos S/N Col. Providencia, Guadalajara, Jalisco, C.P. 44660. Correspondencia: macias.maritza@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

México cuenta con una gran cantidad de unidades productivas ganaderas, principalmente establos lecheros, de engorda de ganado bovino y granjas porcícolas. Cuando se trata de unidades de explotación intensivas y confinadas, en donde hay desde varios cientos hasta miles de cabezas de ganado, la cantidad de desechos orgánicos generados, como las excretas (heces y orina), puede convertirse en un problema de impacto ambiental y salud pública. El manejo y disposición inadecuada de las excretas son una potencial fuente de contaminación de agua (tanto superficial como subterránea), suelo y aire (Domínguez-Araujo *et al*., 2012), por lo cual es recomendable implementar alternativas que coadyuven a la minimización del impacto en el medio ambiente de esta industria.

El uso de las excretas de ganado bovino como “abono natural” es común en algunas regiones del país, sobre todo en donde existen amplias zonas agrícolas. Sin embargo, la aplicación indiscriminada de las mismas en el suelo puede ocasionar problemas tales como lixiviación a los mantos freáticos de algunos compuestos dañinos a la salud, por ejemplo nitratos. Además, cuando los compuestos procedentes de las excretas conocidos como nutrientes (fósforo y nitrógeno principalmente) llegan a aguas superficiales, contribuyen a la formación excesiva de algas y plantas acuáticas, mismas que resultan en un problema conocido como eutrofización. En el caso de las excretas de ganado porcino, uno de los usos que empieza a tener mayor auge para la disposición final de estos residuos es la elaboración de ensilado de cerdaza (Silva Jiménez, 2009). Entre las ventajas de este producto están que el ensilado conserva y modifica de manera positiva los nutrimentos presentes en las excretas, reduce el riesgo de transmisión de microorganismos patógeno y es un proceso fácil de desarrollar y de implementar a bajo costo (Castellanos-Aceves, 2010). Un problema más generado por el manejo inadecuado de excretas animales es la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), principalmente metano (CH_4).

Además de los métodos y usos para la disposición de excretas antes mencionados, en años recientes se han venido evaluando y poniendo en operación otras alternativas para el manejo y aprovechamiento de las mismas. De hecho, desde hace aproximadamente una década, las tecnologías para el manejo y tratamiento de estos desechos orgánicos empezaron a crecer en México, sobre todo los digestores anaeróbicos, conocidos comúnmente como "biodigestores". Éstos son sistemas biológicos diseñados para optimizar la producción de biogás a partir de desechos agrícolas, estiércol, algunos residuos domésticos y efluentes industriales, entre otros, los cuales permiten así la obtención de energía limpia y de bajo costo a partir de una fuente renovable (Solano-Rivas *et al.*, 2010). En esencia, el biodigestor es un sistema natural que en ausencia de oxígeno, es decir, en un contenedor hermético, y a través de la acción de microrganismos especiales, produce biogás a partir de residuos orgánicos, incluyendo las excretas (López-Pérez, 2003).

El uso de esta tecnología no es nuevo, pero en los últimos años ha cobrado gran interés debido a la actual crisis energética y más aún, debido a la presión existente para reducir las emisiones de gases asociadas al cambio climático. Según un estudio llevado a cabo en 2011, se documentó la existencia de 721 biodigestores en México construidos bajo varios esquemas y fuentes de financiamientos (SAGARPA/FIRCO, 2011). Del total de los 345 biodigestores usados como muestra y constatados, el 82% ya estaban construidos en su totalidad y en operación. De acuerdo a datos más recientes, en el periodo 2008-2012 se otorgaron apoyos gubernamentales para la construcción de 331 biodigestores (SAGARPA/FIRCO, 2012), lo que resultaría en un importante aumento en el número total de biodigestores construidos. Sin embargo, hasta el 2008, únicamente el 8% de las granjas porcícolas formalmente establecidas en México contaban con esta tecnología para el tratamiento de sus residuos (SAGARPA/FIRCO, 2011).

El objetivo de este trabajo es presentar los resultados y conclusiones de la fase exploratoria de la evaluación de las condiciones de operación actuales del manejo de excretas porcinas en los estados de Jalisco y Guanajuato, así como del funcionamiento de biodigestores para el tratamiento de dichos residuos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Con el objetivo de constatar la situación actual relacionada con la problemática del manejo de excretas porcinas, se llevaron a cabo recorridos tanto a granjas porcícolas como a biodigestores en los estados Jalisco y Guanajuato. El estado de Jalisco es el segundo del país con mayor número de biodigestores instalados (SAGARPA/FIRCO, 2011), mientras que en Guanajuato se espera que esta tecnología sea más utilizada debido principalmente a las demandas

regulatorias en materia ambiental. Durante las visitas, se documentó y se creó un archivo fotográfico del proceso de manejo de excretas y de las condiciones actuales de operación de los biodigestores visitados. Además de ello, se llevaron a cabo reuniones con el personal técnico a cargo del servicio de mantenimiento de los biodigestores para conocer las fallas y problemas operativos más frecuentes e identificar posibles soluciones y oportunidades de mejora en futuros diseños.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En términos generales, se pueden presentar dos situaciones para el manejo de excretas en explotaciones porcícolas: 1) granja sin biodigestor y 2) granja con biodigestor.

1) Granja sin biodigestor (Figura 1): el manejo de excretas consiste en el desalojo de los residuos de las salas en donde se albergan los animales y su transportación por arrastre de agua a una fosa o cárcamo, el cual puede estar equipado o no con un separador de sólidos (Figura 1; Foto 1). En este caso, la fracción sólida de las excretas se colecta al pasar por la malla del separador y se acumula a un lado de éste para su posterior transporte y disposición final. La fracción líquida se envía a las lagunas facultativas (Figura 1; Foto 2). Es importante señalar que dichas lagunas no proveen el tratamiento requerido para que el agua pueda ser reutilizada de manera segura, sino que sirven más bien como reservorios en donde se lleva a cabo la evaporación del líquido. En algunos casos, si las condiciones locales lo permiten, parte de esta agua se utiliza para riego. En cuanto a los sólidos, cuando no hay un proceso de producción de cerdaza, las excretas suelen acumularse por tiempo indeterminado en algún sitio dentro de la propiedad.

1 2

Figura 1. Manejo de fracciones sólida y líquida en una granja porcícola sin biodigestor

Los principales problemas incluyen: a) taponamiento en las líneas de conducción de excretas de las salas al cárcamo y/o al separador de sólidos, tanto en tuberías como en canales;

b) acumulación de sólidos que origina problemas de emisión de olores y atracción de vectores; c) la capacidad de almacenamiento de las lagunas se puede ver excedida resultando en derrames; d) no existe una disposición final de los residuos, simplemente se acumulan en las granjas; e) mayores presiones ambientales debido a la emisión de olores, atracción de vectores y potencial contaminación de aguas subterráneas y superficiales.

2) Granja con biodigestor (Figura 2): en este caso, las excretas son enviadas al biodigestor para ser utilizadas como sustrato para la producción de biogás. La tecnología más comúnmente utilizada como biodigestor en México es la de la laguna cubierta, empleada en más del 90% de los biodigestores en el país (SAGARPA/FIRCO, 2011).

Figura 2. Biodigestor de laguna cubierta (fuera de servicio) en granja porcícola

Los problemas más frecuentes relacionados con la operación de los biodigestores son: a) azolve debido tanto a la falta de mecanismos de agitación como al inadecuado diseño del biodigestor al no contar con medios efectivos para la remoción de sólidos acumulados en el fondo de la laguna, o bien al inadecuado mantenimiento cuando dichos mecanismos existen; b) problemas con el sistema de ignición para quema de gas; c) fugas de biogás a través de la

membrana y en las tuberías de conducción de biogás debido al uso de materiales de construcción inadecuados, tales como PVC de uso común para conducción de biogás y líneas expuestas al sol continuamente; d) rápido deterioro en algunos de los componentes del sistema (válvulas, bombas, tuberías, etc.) debido al uso de materiales no resistentes a la corrosión y a la presencia de ácido sulfhídrico y, e) inadecuada capacitación del personal operativo, o bien, falta de personal dedicado a la operación y mantenimiento preventivo de los biodigestores.

Sin embargo, el problema más frecuentemente encontrado con los biodigestores, y que limita la adopción más amplia de la tecnología, es la baja producción de biogás y concentración de metano. Entre las posibles causas de este problema están: a) inhibición debido a la presencia de antibióticos administrados a los animales (Lallai *et al.*, 2002); b) inhibición por la alta concentración de amonio presente en excretas porcícolas (Hansen *et al.*, 1998), de sulfatos derivados de la dieta rica en proteínas para estos animales (Chen *et al.*, 2008) y al inadecuado balance de carbono y nitrógeno (Guevara-Vega, 1996 y Solano-Rivas *et al.*, 2010); c) diseño inadecuado del sistema debido a la falta de caracterización del sustrato; d) dimensionamiento incorrecto del biodigestor al no tomar en cuanta variables tales como la población media de animales y cantidad constante de sustrato que ingresará al sistema, temperatura mínima ambiental y el tiempo de retención requerido por el proceso.

Entre las alternativas de solución a problemas de operación de biodigestores existentes, y que se recomienda sean consideradas en futuros diseños, están: a) caracterización del sustrato (excretas) y adecuado balance de carbono y nitrógeno. De ser necesario, emplear materiales como co-sustrato (por ejemplo, pastos y residuos post-cosecha); b) antes de iniciar con el diseño del biodigestor, revisar los registros de poblaciones de animales para determinar la cantidad promedio de excretas que ingresará al sistema y así evitar el sobre-dimensionamiento; c) revisar las especificaciones de diseño y asegurarse de que los materiales usados en la construcción del biodigestor son los adecuados para el ambiente corrosivo y de exposición a la luz solar; d) proveer al biodigestor de un sistema de agitación y de mecanismos para remoción periódica de lodos; e) identificar alternativas para el uso final de los productos del biodigestor: biogás, biósolidos y efluente, de manera que se implemente un sistema integrado de manejo de residuos y de reúso de los mismos; f) implementar un programa de operación y mantenimiento preventivo inmediatamente después de que se pone en operación el biodigestor; y, g) brindar capacitación al personal operativo. Debido a las fallas comunes en los biodigestores en México, recientemente han sido publicadas las especificaciones técnicas para biodigestores pequeños tipo laguna cubierta, las cuales serán aplicables para aquéllas explotaciones con hasta 600 cabezas de ganado bovino y hasta 3,000 de porcinos (SAGARPA/FIRCO, 2013).

CONCLUSIONES

Es importante señalar que aún y cuando la literatura sobre biodigestores es muy amplia, es difícil estandarizar un prototipo ideal para todas las explotaciones productivas, pues el diseño del mismo dependerá de los objetivos que se persigan (generación y uso del biogás o reúso del agua tratada), el lugar donde se ubicará (temperatura ambiente) y las condiciones específicas requeridas para la operación óptima (co-sustratos disponibles), entre otros factores. Se recomienda que antes de iniciar con el diseño y construcción de un biodigestor, se revisen y tengan en consideración las especificaciones publicadas por la SAGARPA, y que de ser posible, se cuente con asesoría técnica especializada independiente del proveedor del equipo. Por otra parte, es importante redefinir los beneficios de este sistema, considerando las experiencias en nuestro país, y replantear los alcances de la tecnología en términos del uso eficiente del biogás, relacionado a equipos y a procesos, sin dejar de lado los ajustes obligados que se requiere en las políticas públicas ligadas al sector energético.

BIBLIOGRAFÍA

Castellanos-Aceves, A. (2010). Uso de ensilado de cerdaza en la alimentación de cerdos en finalización. Ficha Tecnológica. INIFAP, Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco.

Chen, Y., Cheng, J. J., y Creamer, K. S. (2008). Inhibition of anaerobic digestion process: a review. *Bioresource technology*, 99(10), 4044–64.

Domínguez-Araujo, G., Salazar-Gutiérrez, G., Galindo-Barboza, A. J., Xelhuantzi-Carmona, J., Catañeda-Castillo, M., Sánchez-García, F., y Hernández-Vega, P. (2012). Implementación de Biodigestores para Pequeños y Medianos Productores Porcícolas. Folleto para Productores No. 1. INIFAP, Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco.

Guevara-Vega, A. (1996). Fundamentos Básicos para el Diseño de Biodigestores Anaeróbicos Rurales. CEPIS. Lima, Perú.

Hansen, K. H., Angelidaki, I., y Ahring, B. K. (1998). Anaerobic Digestion of Swine Manure: Inhibition By Ammonia. *Water Research*, 32(1), 5–12.

Lallai, A., Mura, G., y Onnis, N. (2002). The efects of certain antibiotics on biogas production in the anaerobic digestion of pig waste slurry. *Bioresource technology*, 82, 205–208.

López-Pérez, A. (2003). Valorización del estiércol de cerdo a través de la producción de biogás. Asociación Colombiana de Porcicultores. Fondo Nacional de la Porcicultura.

SAGARPA/FIRCO. (2011). Diagnóstico General de la Situación Actual de los Sistemas de Biodigestión en México.

SAGARPA/FIRCO. (2012). Experiencias en el uso de biodigestores dentro del sector agropecuario. Información consultada el 9 de Agosto de 2013:
http://proyectodeenergiarenovable.com/Descargas/Manuales/TallerBiodigestores/Experiencias%20en%20el%20uso%20de%20Biodigestores%20dentro%20del%20Sector%20Agropecuario.pptx.

SAGARPA/FIRCO. (2013). Especificaciones técnicas para biodigestores pequeños tipo laguna. Información consultada el 9 de Agosto de 2013:
http://proyectodeenergiarenovable.com/Descargas/EspTecnicasBiodigestoresPequenos.pdf

Silva-Jiménez, J. (2009). Factibilidad de inversión en un proyecto de producción porcina. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Agronómicas. Escuela de Estudios de Postgrado.

Solano-Rivas, O., Faith-Vargas, M., y Guillén-Watson, R. (2010). Biodigestores: factores químicos, físicos y biológicos relacionados con su productividad. *Tecnología en Marcha*, 23(Ene-Mar), 39–46.

ESTRUCTURA DEL BOSQUE EN DOS COMUNIDADES DE MEZQUITE (*Prosopis laevigata* [HUMB. ET BONPL. EX WILLD.] M. C. JOHNST.) EN DURANGO

Luis M. Valenzuela Núñez*[1], Julio César Ríos Saucedo[2], Karen del R. Barrientos Armendáriz[3], Edwin Amir Briceño Contreras [1], Guillermo González Cervantes[4]

[1]Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Ciencias Biológicas. Av. Universidad S/N. Col. Filadelfia. Gómez Palacio, Dgo. C. P. 35000, [2]INIFAP Campo Experimental Valle del Guadiana. Km 4.5 Carretera Durango-El Mezquital. C. P. 34170. Durango, Dgo., México. [3]Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. Km. 38.5 Carr. México-Texcoco. Chapingo, Edo. de Méx. C. P. 56230 [4]INIFAP Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera. Km 6.5 Margen Derecha Canal Sacramento, Gómez Palacio, Dgo. C. P. 35140. *luisvn70@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

En México, los ecosistemas áridos y semiáridos cubren más de 50% de la superficie (Toledo y Ordóñez, 1998) y su vegetación es perturbada y fragmentada. La vegetación natural desaparece con gran rapidez y México ocupa el tercer lugar entre los países que presentan las mayores tasas de deforestación (Velázquez *et al.*, 2001). El sobre-pastoreo, la expansión de la frontera agrícola, la ganadería y la extracción de especies útiles son las causas principales de la disminución de la cobertura vegetal (Cavazos, 1997; Sanderson *et al.,* 2002*;* Kareiva *et al.,* 2007). Al respecto, se estima que se transforman alrededor de 50000 hectáreas de vegetación semiárida por año (Challenger, 1998). Sin embargo, el efecto de la perturbación sobre la diversidad y composición de especies vegetales se ha documentado poco en los ecosistemas áridos y semiáridos. En este tipo de ecosistemas se han realizado trabajos dirigidos a explorar el efecto de la diversidad vegetal sobre las propiedades edáficas en varios países (García-Moya y McKell, 1970; Huenneke, 2001; Buschiazzo *et al.*, 2001; Wang *et al.*, 2001; Ward *et al.*, 2001; Martínez-Mena *et al.*, 2002;). La composición estructural de la vegetación se refiere a la forma en que los atributos de la misma se distribuyen dentro de un ecosistema. Los programas de manejo forestal influyen en la distribución dimensional y espacial del arbolado, las especies existentes y la regeneración de forma natural, en la producción de biomasa (Pretzsch, 1995; Kint *et al.*, 2003), materia orgánica (Ferrari, 1999), la conservación de la biodiversidad (Canham *et al*., 1994; Spies, 1997; Brokaw y Lent, 1999), los servicios ambientales y la regeneración natural (Emborg, 1998). En el Centro-Norte de México, el mezquite (*Prosopis* spp.) era una de las plantas con mayor presencia en el pasado; sin embargo, a pesar de su importancia ecológica y económica, en la actualidad sus poblaciones han disminuido en muchos lugares debido a las actividades humanas (Galindo y García-Moya, 1986; Challenger, 1998; Golubov *et al*., 2001). La vegetación de mezquital es una de las menos estudiadas y no hay registros que detallen cambios temporales en su composición y diversidad (INEGI, 2002), por lo que el

objetivo del presente trabajo fué describir la estructura de dos comunidades en el estado de Durango que son dominadas por el mezquite (*Prosopis laevigata* [Humb. et Bonpl. ex Willd.] M. C. Johnst.) .

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El estudio se llevó a cabo en los municipios de Cuencamé y de San Juan de Guadalupe, en el estado de Durango, en los ejidos de La Lagunilla y San Isidro del Rayado, respectivamente. En ambos sitios la precipitación es menor de 400 mm (Cuadro 1).

Cuadro 1. Datos geográficos y climáticos de los sitios con bosques de mezquite en el estado de Durango (IMTA 2005).

Sitio	**Altitud (m)**	**Latitud**	**Longitud**	**Temperatura media anual (°C)**	**Pluviometría anual (mm)**
Cuencamé	1580	24° 52’	103° 42’	15.2	392.6
San Juan de Guadalupe.	1700	24° 37’	102° 46’	19.4	376.0

En Cuencamé los suelos predominantes son de los tipos xerosol y litosol, que se caracterizan por tener una capa superficial de color claro y muy pobre en materia orgánica, presentan baja susceptibilidad a la erosión, salvo cuando están en pendientes o sobre capas de tepetate (INEGI, 1998). La fauna se compone principalmente de mamíferos de talla superior, reptiles y aves, siendo una parte de estas últimas las migratorias, sobre todo en los manantiales y abrevaderos (INEGI, 1998). La hidrografía se constituye por pequeños arroyos que confluyen en una corriente principal (Arroyo Cuencamé) existiendo algunos manantiales de regular importancia a lo largo de su cauce (INEGI, 1998).

En San Juan de Guadalupe los suelos predominantes son el xerosol y litosol con características muy variables y con susceptibilidad a la erosión de moderada a alta, según la topografía. La fauna se compone principalmente de mamíferos, reptiles y aves. La hidrografía está constituída por el río Aguanaval y el arroyo de Agua Nueva, que son corrientes intermitentes cuyas avenidas son aprovechadas en la agricultura local (INEGI, 1998).

Identificación de los bosques de mezquite. La identificación y delimitación de los bosques de mezquite en la zona de estudio se llevó a cabo con la ayuda de la Carta de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI Serie III Escala 1:250 000 (INEGI, 2002), identificando los polígonos

correspondientes al tipo de vegetación de mezquital según la clasificación propuesta en las cartas.

Estructura de la vegetación. En cada una de las localidades con presencia de mezquite se establecieron cinco cuadros con una superficie de 200 m^2, la distancia entre cuadros fue de 500 m. Se llevaron a cabo registros de los individuos de mezquite tomando la altura total, cobertura de la copa y cobertura basal dado el carácter arbustivo del mezquite. Para llevar a cabo el análisis de la estructura del estrato arbóreo y arbustivo se estimaron las siguientes variables: frecuencia absoluta, frecuencia relativa, cobertura absoluta, cobertura relativa, abundancia, densidad, densidad relativa, cobertura basal y cobertura basal relativa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las comunidades de mezquite en los dos sitios se encuentran sobre planicies aluviales de suelo bien drenado, profundo, principalmente cerca de arroyos intermitentes, según lo descrito por González *et al.* (2007), siendo los individuos de menor altura en laderas de cerros y suelos poco profundos. En San Juan de Guadalupe, dadas las condiciones planas del terreno se presentaron algunas zonas propensas a inundaciones sobre las que los individuos de mezquite presentaron un buen desarrollo, por lo que toleran bastante bien los sitios con drenaje deficiente.

Las especies reportadas en ambas comunidades tienen usos como el forrajero de las gramíneas, medicinal en las herbáceas y maderable y para elaboración de carbón de las arbóreas como se pudo constatar mediante entrevistas con los habitantes locales, esto reafirma lo reportado por Gómez (2008) y Villanueva (2003). Pudo constatarse, para el caso de San Juan de Guadalupe, que la presión sobre los rodales de mezquite se ve influenciada por la ganadería principalmente, como lo reportan Cavazos (1997), Sanderson *et al*., (2002) y Kareiva *et al*., (2007). La ganadería ha sido el principal factor de degradación de los ecosistemas de mezquite, lo que ha llevado al incremento de las superficies de pastizal inducido en las áreas ocupadas por mezquite y otras leguminosas, como es el caso de las dos comunidades estudiadas en el presente trabajo. El mezquital de San Juan de Guadalupe, a diferencia de Cuencamé, presentó individuos con estructura arbórea bien definida, lo que sugiere la presencia de un manto freático a poca profundidad. En ambas comunidades pudo constatarse la apertura de tierras de cultivo dentro de los rodales de mezquite, lo cual indica la buena

calidad de los suelos y que ha ocasionado el desplazamiento de ésta especie por la apertura de áreas agrícolas y otros usos de suelo.

La dominancia del mezquite se manifiesta por las características de los sitios, ya que tienen topografía plana y los suelos profundos, lo que coincide con lo reportado por González *et al*. (2007).

El estrato arbustivo en Cuencamé es dominado por *Opuntia rastrera*, *Larrea tridentata*, *Atriplex canescens*, *Fluorensia cernua* y *Cylindropuntia imbricata* en orden decreciente. En San Juan de Guadalupe, las principales especies del estrato arbustivo, en orden decreciente, son *Parthenium argentatum*, *Opuntia macrocentra*, *Larrea tridentata*, *Fouquieria splendens* y *Atriplex sp*. *Larrea tridentata* se asocia con *Fluorensia cernua* en Cuencamé y con *Parthenium argentatum* en el caso de San Juan de Guadalupe, sobre todo en las partes con elevaciones y con poca pendiente; en pendientes más acentuadas con terrenos pedregosos se presentan individuos de *Fouquieria splendens*, *Jatropha dioica* y *Euphorbia antisyphilitica*. El alto Valor de Importancia Relativa de *Opuntia rastrera* en Cuencamé (Cuadro 2) y el de *Opuntia macrocentra* en San Juan de Guadalupe (Cuadro 4). *Yucca* y *Agave* se presentan en terrenos con pendientes muy suaves con suelos calizos y pedregosos y concuerdan con lo observado por Martínez y Morello (1977) en la Reserva de la Biósfera de Mapimí.

Cuadro 2. Datos de la estructura arbustiva del bosque de mezquite en Cuencamé, Durango.

Especie	**i/ha**	**C**	**C%**	**D%**	**F**	**F%**	**VIR**
Flourensia cernua	17	18.06	7.44	8.17	0.80	13.79	9.80
Larrea tridentata	42	34.27	14.11	20.19	1.00	17.24	17.10
Fouquieria splendens	7	20.51	8.45	3.37	0.20	3.45	5.09
Acacia berlandieri	10	3.36	1.38	4.81	0.20	3.45	3.21
Acacia constricta	3	1.77	0.73	1.44	0.20	3.45	1.87
Acacia crassifolia	8	8.54	3.52	3.85	0.20	3.45	3.60
Mimosa sp	11	4.44	1.83	5.29	0.20	3.45	3.52
Mimosa setuliseta	12	3.20	1.32	5.77	0.20	3.45	3.51
Atriplex canescens	14	3.37	16.21	6.73	0.40	6.90	9.95
Cylindropuntia imbricata	19	6.54	2.69	9.13	0.60	10.34	7.39
Cylindropuntia leptocaulis	12	0.34	0.14	5.77	0.40	6.90	4.27
Opuntia rastrera	35	91.35	37.62	16.83	0.80	13.79	22.75
Opuntia microdasys	9	0.81	0.33	4.33	0.20	3.45	2.70
Agave asperrima	6	8.12	3.34	2.88	0.20	3.45	3.23
Agave striata	3	2.14	0.88	1.44	0.20	3.45	1.92

Donde: i/ha=Número de individuos/ha, C=Cobertura en m^2, C%=Cobertura relativa, D%=Densidad relativa, F=Frecuencia, F%=Frecuencia relativa, VIR=Valor de Importancia Relativa.

Cuadro 3. Datos de la estructura arbórea de del bosque de mezquite en San Juan de Guadalupe, Durango.

Especie	i/ha	C	C%	CB	CB%	D%	F	F%	VIR
Prosopis laevigata	402	8128.44	96.65	625.26	96.65	89.93	1.00	50.00	78.86
Acacia greggii	41	2.76.34	3.29	21.26	3.29	9.17	0.80	40.00	17.49
Yucca filifera	4	5.08	0.06	0.39	0.06	0.89	0.20	10.00	3.65

Donde: i/ha=Número de individuos/ha, C=Cobertura en m^2, C%=Cobertura relativa, CB=Cobertura basal, CB%=Cobertura basal relativa, D%=Densidad relativa, F=Frecuencia, F%=Frecuencia relativa, VIR=Valor de Importancia Relativa.

Cuadro 4. Datos de la estructura arbustiva del bosque de mezquite en San Juan de Guadalupe, Durango.

Especie	i/ha	C	C%	D%	F	F%	VIR
Parthenium argentatum	31	97.96	30.67	16.15	0.80	12.12	19.65
Chrysactinia mexicana	2	0.53	0.17	1.04	0.20	3.03	1.41
Larrea tridentata	38	39.14	12.26	19.79	0.80	12.12	14.72
Fouquieria splendens	12	43.80	13.71	6.25	0.20	3.03	7.66
Acacia berlandieri	6	3.07	0.96	3.13	0.20	3.03	2.37
Acacia constricta	4	3.32	1.04	2.08	0.20	3.03	2.05
Dalea scoparia	1	1.39	0.44	0.52	0.20	3.03	1.33
Dalea sp	1	0.87	0.27	0.52	0.20	3.03	1.27
Mimosa aculeaticarpa	3	5.04	1.58	1.56	0.20	3.03	2.06
Atriplex sp	12	31.68	9.92	6.25	0.40	6.06	7.41
Cylindropuntia imbricata	8	5.76	1.80	4.17	0.60	9.09	5.02
Cylindropuntia kleiniae	1	0.10	0.03	0.52	0.20	3.03	1.19
Opuntia macrocentra	47	58.75	18.40	24.48	1.00	15.15	19.34
Leucophyllum frutescens	11	11.44	3.58	5.73	0.40	6.06	5.12
Lycium berlandieri	6	3.66	1.15	3.13	0.40	6.06	3.44
Agave asperrima	9	12.87	4.03	4.69	0.60	9.09	5.94

Donde: i/ha=Número de individuos/ha, C=Cobertura en m^2, C%=Cobertura relativa, D%=Densidad relativa, F=Frecuencia, F%=Frecuencia relativa, VIR=Valor de Importancia Relativa.

Las comunidades muestran que en los dos sitios existe un dosel muy cerrado, debido al poco disturbio al que son sometidos, sobre todo en Cuencamé; idónea para el refugio de fauna silvestre (Granados *et al*., 2001; Gómez, 2008) y para el desarrollo de otras plantas, sobre todo cactáceas, que requieren de plantas nodrizas para su desarrollo (Granados *et al.*, 2001), contribuyendo así con la conservación de la biodiversidad y la regeneración natural como lo reportan Canham *et al*. (1994), Spies (1997), Brokaw y Emborg (1998). Además resalta el nivel de importancia de la cobertura de las especies arbustivas en conjunto con la cobertura del

mezquite en lo que se refiere a la disminución del impacto de los agentes erosivos sobre el suelo, disminuyendo los efectos de la erosión hídrica y eólica, como lo constata Villanueva (2003) para los rodales de mezquite en el centro-norte de México.

CONCLUSIONES

Se observó que la cubierta aérea del mezquite ocupa más de 50% y se destaca su importancia en la protección de otras especies sobre todo las cactáceas en sus etapas de crecimiento iniciales, además de contribuir a la conservación del suelo y refugio para la fauna silvestre.

El estrato arbóreo se encuentra dominado por *Prosopis*, mientras que en la mayor parte del estrato arbustivo lo conforman las especies de *Larrea, Atriplex, Parthenium, Flourensia* y *Opuntia* y las comunidades en general presentan poco disturbio según la conformación de los estratos.

En general, la vegetación en los dos sitios tiene un alto valor desde el punto de vista ecológico y económico, ya que las especies presentes son utilizadas por la población del área en diversas formas. Sin embargo, debe considerarse la protección de estas comunidades vegetales de la degradación por el uso indiscriminado de sus recursos bióticos.

BIBLIOGRAFÍA

BROKAW, L.; LENT, A. 1999. Vertical structure in maintaining biodiversity in forest ecosystems, Hunter, L., Jr. (ed.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom. p: 373–399.

BUSCHIAZZO, D. E.; HEVIA G. G., HEPPER, E. N; URIOSTE, A.; BONO, A. A.; BABINEC F. 2001. Organic C, N and P in size fractions of virgin and cultivated soils of the semi-arid pampa of Argentina. J. Arid Environ. 48: 501-508.

CANHAM, D.; FINZI, C.; PACALA, W.; BURBANK, H. 1994. Causes and consequences of resource heterogeneity in forests: Interspecific variation in light transmission by canopy trees. Can. J. For. Res. 24: 337–349.

CAVAZOS, D. R. 1997. Uso múltiple de los matorrales en el norte de México. Ciencia Forestal en México 22(81): 3-26.

CHALLENGER, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: pasado, presente y futuro. Comisión Nacional para la Biodiversidad-Instituto de Biología UNAM. Agrupación Sierra Madre. México, D. F.

EMBORG, J. 1998. Understorey light conditions and regeneration with respect to the structural dynamics of a near-natural temperate deciduous forest in Denmark. For. Ecol. Manage. 106: 83–95.

FERRARI, B. 1999. Fine-scale patterns of leaf litterfall and nitrogen cycling in an old-growth forest. Can. J. For. P. 29: 291-302.

GALINDO, A. S.; GARCÍA-MOYA, E. 1986. Usos del mezquite (*Prosopis sp.*) en el Altiplano Potosino. Agrociencia 63: 7-15.

GARCÍA-MOYA, E.; MCKELL, C. M. 1970. Contribution of shrubs to the nitrogen economy of a desert-wash plant community. Ecology 51: 81-88.

GOLUBOV, J.; MANDUJANO, M. C.; EGUIARTE, L. E. 2001. The paradox of mesquites (*Prosopis* spp.): invading species or biodiversity enhancers? Bol. Soc. Bot. Méx. 69: 23-30.

GÓMEZ L., F. 2008. Apuntes del Curso de Aprovechamiento de la Vegetación Nativa de Zonas Aridas. Universidad Autónoma Chapingo URUZA. Bermejillo, Dgo. 230 pp.

GONZÁLEZ E., S.; GONZÁLEZ E., M.; MÁRQUEZ L., M. A. 2007. Vegetación y ecorregiones de Durango. CIIDIR – IPN. Plaza y Valdéz Editores. México, D. F. 219 pp.

GRANADOS S., D.; LÓPEZ R., G. F.; GAMA F., J. L. 2001. Interacciones ecológicas de las plantas. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de Méx. 227 pp

HUENNEKE, L. F. 2001. Deserts. pp. 201-222. *In:* Sala, O. E., Chapin, F. S.; Huber-Sannwald E. Global biodiversity in a changing environment: scenarios for the 21st Century. Springer-Verlag. New York, NY, USA.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2002. Carta de Uso de Suelo y Vegetación del Estado de Durango. Escala 1:250 000. México, D. F.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1998. Anuario Estadístico del Estado de Durango. INEGI, Aguascalientes, Ags. México. 308 pp.

KAREIVA, P.; WATTS, S.; McDONALD R.; BOUCHER T. 2007. Domesticated Nature: Shaping Landscapes and Ecosystems for Human Welfare. Science 316(5833): 1866-1869.

KINT, V.; MEIRVENNE, V. ; NACHTERGALE, L. ; GEUDEN, G. ; LUST, N. 2003. Spatial methods for quantifying forest stand structure development: A comparison between nearest- neighbour indices and variogram analysis. Forest Science 49 (1): 36-49.

MARTÍNEZ, O. E.; MORELLO, J. 1977. El medio físico y las unidades fisonómico-florísticas del Bolsón de Mapimí. Publicación 3. Instituto de Ecología, A. C., México, D. F. 63 pp.

MARTÍNEZ-MENA, M.; ALVAREZ-ROGEL J.; CASTILLO V.; ALBALADEJO J.; 2002. Organic carbon and nitrogen losses influenced by vegetation removal in a semiarid Mediterranean soil. Biogeochemistry 61: 309-321

PRETZSCH, H. 1995. Perspektiven einer modellorientierten Waldwachstumsforschung. Forstwissenschaftliches Centralblatt 114: 188-209.

SANDERSON, W.; JAITEH, M.; LEVY, A.; REDFROD, H.; WANNEBO, V.; WOOLMER, G. 2002. The human footprint and the last of the wild. Bioscience 52: 891–904.

SPIES, A. 1997. Forest stand structure, composition, and function. In: Creating a Forestry for the 21st century: The science of Ecosystem management. Oxford University Press.

TOLEDO, V. M.; ORDÓÑEZ Ma. de J. 1998. El panorama de la biodiversidad de México: una revisión de los hábitats terrestres. pp. 757-777. *In:* Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). Diversidad biológica de México: orígenes y distribución. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.

VELÁZQUEZ, A.; MAS J. F.; MAYORGA R.; PALACIO J. L.; BOCCO G.; GÓMEZ-RODRÍGUEZ, G.; LUNA, L.; TREJO, I.; LÓPEZ-GARCÍA, J.; PALMA, M. A.; PERALTA, PRADO-MOLINA, J.; GONZÁLEZ-MEDRANO, F. 2001. El Inventario Forestal Nacional 2000. Ciencias 64:12-19.

VILLANUEVA D., J. 2003. Distribución actual y características ecológicas del mezquite (*Prosopis laevigata*) en el estado de San Luis Potosí. Boletín Divulgativo No. 74 SAGAR INIFAP. México. 36 pág.

WANG, J.; FU, B.; QIU, Y.; CHEN L. 2001. Soil nutrients in relation to land use and landscape position in the semi-arid small catchment on the loess plateau in China. J. Arid Environ. 48: 537-550.

WARD, D.; FELDMAN, K.; AVNI, Y. 2001. The effects of loess erosion on soil nutrients, plant diversity and plant quality in Negev desert wadis. J. Arid Environ. 48: 461-473.

RENDIMIENTO Y CALIDAD DE MELÓN ORGÁNICO PRODUCIDO BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO

Karla Marlen García Villela[1]; Pablo Preciado Rangel[1]; Manuel Fortis Hernandez[1]; Juan Ramón Esparza Rivera2; Miguel Ángel Segura Castruita[1]; Jorge Arnaldo Orozco Vidal[1]

[1]Instituto Tecnológico de Torreón, Carretera Torreón-San Pedro km 7.5, Ejido Ana. Torreón, Coahuila, México. .
[2]Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Juárez del Estado de Durango, Gómez Palacio Durango, México. Email: ppreciador@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

El incremento en el rendimiento y la calidad de los productos hortícolas ha sido posible en parte por el uso de invernaderos y de los sistemas hidropónicos, los cuales proporcionan un ambiento poco restrictivo facilitando así el crecimiento y desarrollo de los cultivos (Preciado *et al.,* 2011). En estos sistemas de producción intensiva la fertilización se proporciona por medio de una solución nutritiva, la cual se elabora con fertilizantes de alta solubilidad, generalmente importados, lo que incrementa los costos de producción, además para mantener los altos niveles de producción se utilizan grandes dosis de fertilizantes; sin embargos la sobre fertilización ha provocado efectos negativos al medio ambiente. Por lo anterior, se han buscado alternativas sustentables para la fertilización, que satisfagan dos características básicas, a) que suplan los requerimientos nutrimentales de los cultivos y b) que no afecten negativamente el rendimiento y la calidad de los frutos (Nieto *et al*., 2002). Una alternativa que cumple con las características mencionadas, además de bajo costo son los derivado líquidos del estiércol como el lixiviado de vermicompost (Jarecky y Voroney, 2005; García *et al*., 2008), té de compost (Hargreaves *et al*., 2009) y té de vermicompost (Preciado *et al.,* 2011).

Por lo expuesto, hace necesario evaluar los efectos en rendimiento y en calidad que tendría el fertilizar con tés preparados con residuos orgánicos, el cultivo de melón, ya que esta hortaliza es de gran importancia económica en esta región.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los tratamientos consistieron en cuatro diferentes fuentes de fertilización orgánica aplicadas a plantas de melón cultivadas en macetas. Cada tratamiento estuvo conformado por 12 repeticiones utilizando un diseño completamente al azar. Bolsas de plástico se utilizaron como macetas con capacidad de 20 litros, teniendo como sustrato 80% arena de río y 20% de perlita. Las fuentes de fertilización fueron 1) solución nutritiva inorgánica (Steiner), 2) té de compost, 3) té de vermicompost y 4) lixiviado de vermicompost. Los tés de compost y vermicompost se

elaboraron de acuerdo a la metodología propuesta por Ingham (2005). Las soluciones nutritivas, incluyendo el lixiviado se ajustaron a una conductividad eléctrica de 2,0 dS m^{-1} mediante una dilución con agua natural y el pH ajustado a 5,5 con ácido cítrico.

Las variables evaluadas fueron materia seca de planta (tallo, hoja, raíz, fruto), y en el fruto fueron el diámetro polar, ecuatorial, espesura de cascara, de pulpa y sólidos solubles totales. Para estos se tomaron seis plantas por tratamiento y de estas plantas se tomó un fruto para la evaluación. Los resultados obtenidos fueron analizados mediante un análisis de varianza y comparación de medias (Tukey, $P<0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En lo que respecta a la acumulación de biomasa, podemos observar en el Cuadro 1, diferencias estadísticas significativas por efecto de los tratamientos en estudio ($P\leq0.05$). El mayor PST lo obtuvieron las plantas de melón fertilizadas con la solución nutritiva. El valor medio de PST de los tratamientos orgánicos fue 46.6% menor de con respecto a la solución inorgánica; estos resultados coinciden con los reportados por Clark *et al*. (2000), Al encontrar también una reducción en la producción de biomasa cuando se fertilizó orgánicamente; estos resultados son debido a a una deficiencia nitrogenada, ya que al tener soluciones orgánicas con bajo contenido de N, se produce baja cantidad de biomasa, ya que este elemento se asocia con niveles adecuados de clorofila, crecimiento vegetativo vigoroso y alta actividad fotosintética (Fawzy *et al.,* 2012).

Cuadro 1. Contenido de materia seca de plantas de melón por efecto de cuatro diferentes fuentes de fertilización.

Tratamiento	Peso seco				
	Hojas	Tallo	Fruto	Raíz	PST
			(gr)		
Solución Steiner	35.90 a*	15.77 d	63.62 a	34.22 a	149.51 a
Té de compost	12.57 c	20.10 b	50.07 b	7.10 b	89.84 b
Té de vermicompost	13.62 b	22.17 a	42.50 c	7.05 b	85.34 c
Lixiviado de vermicompost	11.75 d	18.60 c	46.55 c	7.02 b	83.92 d

*Valores con letras iguales dentro de cada columna son similares estadísticamente (Tukey $P<0,05$). PST= peso seco de hojas+ tallo+ fruto+ raíz.

El diámetro longitudinal y diámetro transversal también fue afectado por las soluciones nutritivas existiendo diferencias significativas ($P \leq 0.05$). Se observa en el Cuadro 2 que los mayores diámetros correspondieron a los frutos fertilizados con solución Steiner. Dentro de los tratamientos orgánicos el té de compost fue el que obtuvo los mayores valores en los diámetros. No existieron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) para el grosor de cáscara pero si para el espesor de pulpa en los frutos de melón. Cabe mencionar que el mayor grosor de pulpa también fue para la solución inorgánica. Los frutos cosechados donde se fertilizó orgánicamente fueron de menor tamaño y consecuentemente el espesor de pulpa y cascara, resultados similares fueron reportados por Rodriguez *et al*. (2009) y De la Cruz *et al.* (2010), quienes también encontraron una disminución significativa en el diámetro longitudinal y transversal al fertilizar orgánicamente; con relación a los sólidos solubles totales (Cuadro 2), existieron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) por efecto de los tratamientos, siendo el té de compost el que obtuvo la mayor cantidad de °Brix. Los resultados anteriores concuerdan con Rodríguez *et al*. (2007), Ochoa et al. (2009) y Preciado *et al*. (2011) quienes encontraron los valores más altos de sólidos solubles cuando se fertilizaron orgánicamente en comparación con la fertilización inorgánica. Esto puede deberse a la alta concentración de sales particularmente de Na y Cl en la solución aplicada (datos no mostrados) (Wu y Kubota, 2008).

Cuadro 2. Diámetro polar y ecuatorial, espesura de cáscara y pulpa, sólidos solubles totales de frutos de melón por efecto de cuatro fuentes de fertilización orgánica.

Tratamiento	Diámetro		Espesura		Sólidos solubles
	Polar	Ecuatorial	Cáscara	Pulpa	
	(cm)				(°Brix)
Solución Steiner	12.08	10.85 a*	0.63 a	1.67 a	7.63 b
Té de compost	8.53	8.85 b	0.44 b	0.93 b	11.75 a
Té de vermicompost	7.73	8.13 c	0.40 cb	0.91 cb	6.75 c
Lixiviado de vermicompost	8.90	8.53 d	0.40 cb	0.87 c	7.50 b

*Valores con letras iguales dentro de cada columna son similares estadísticamente (Tukey $P<0,05$).

CONCLUSIONES

Las diferentes fuentes de fertilización influyeron de manera significativa en el rendimiento y calidad del fruto. Las plantas de melón fertilizadas con las solucion Steiner mostraron la mayor acumulación de biomasa, además de frutos más grandes que los fertilizados de manera orgánica, aunque los frutos que acumularon la mayor cantidad sólidos solubles fueron los tratados con té de compost.

BIBLIOGRAFÍA

Clark, G. A.; Stanley, C. D.; Maynard D. N. 2000. Municipal solid waste compost (MSWC) as a soil amendment in irrigated vegetable production. Trans. Amer. Soc. Agr. Eng. 43: 847- 853.

De la Cruz L., E., Osorio O., R., Mártinez M., E., Lozano del R., A. J., Gómez V., A., and Sánchez H., R. 2010. Uso de compostas y vermicompostas para la producción de tomate orgánico en invernadero. *Interciencia 35:* 363-368.

Fawsy, Z. F., El-Bassiony, A. M., Yunsheng, L., Zhu, O., and Ghoname, A. A. 2012. Effect of Mineral, Organic and Bio-N Fertilizers on Growth, Yield and Fruit Quality of Sweet Pepper. *Journal of Applied Sciences Research* 8: 3921-3933.

García G., R. C., Dendooven., L., and Gutiérrez M., F. A. 2008. Vermicomposting leachate (worm tea) as liquid fertilizer for maize (Zea mays L.) forage production. *Asian Journal of Plant Sciences 7:* 360-367.

Hargreaves JC, Adla MS, Warman PR. 2009. Are compost teas an effective nutrient amendment in the cultivation of strawberries? Soil and plant tissue effects. *J. Sci. Food Agric 89*: 390-397.

Ingham RE. 2005. *The Compost Tea Brewing Manual*. 5ª ed. Soil Foodweb Inc. Corvallis, OR, EEUU. 79 pp.

Jarecki MK, Voroney RP.2005. Evaluation of compost leachates for plant growth on hydroponic culture. *J.Plant Nutr.28*: 651-667.

Nieto A, Murillo B, Troyo E, Larrinaga J, García HJL. 2002. El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (*Capsicum annuum* L .) en zonas áridas. *Interciencia 27*: 417-421.

Ochoa M., E., Figueroa M., U., Cano R., P., Preciado P., P., Moreno R., A., and Rodríguez D., N. 2009. Te de composta como fertilizante orgánico. *Revista chapingo* 15:245-250.

Preciado P., P., Fortis H., M., García-Hernández, J. L., Rueda P., E., Esparza R., J. R., Lara H., A., Segura C., M. Á., and Orozco V., J.2011. Evaluación de soluciones nutritivas orgánicas en la producción de tomate en invernadero. *Interciencia 36:* 689-05.

Rodríguez D., N., Cano R., P., Figueroa M., U., Favela C., E., Moreno R., A., Márquez H., C., Ochoa M., E., and Preciado P., P. 2009. Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero. *Terra Latinoamericana* 27: 319-327.

Wu M, Kubota Ch. 2008. Effects of high electrical conductivity of nutrient solution and its application timing on lycopene, chlorophyll and sugar concentrations of hydroponic tomatoes during ripening. *Sci. Hort. 116*: 122-129.

RENDIMIENTO, COMPUESTOS FENÓLICOS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE FRUTOS DE MELÓN POR EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN ORGANICA

Domingo Jairo Sánchez Hernández[1], Pablo Preciado Rangel[2]*; Manuel Fortis Hernández[2]; Juan Ramón Esparza Rivera[3]; Esteban Sánchez Chávez[4]; Pedro Cano Ríos[5]

[1]Estudiante de Posgrado, Instituto Tecnológico de Torreón, [2]Profesor Investigador Instituto Tecnológico de Torreón, [3]Profesor Investigador Facultad de Ciencias Químicas UJED, [4]Investigador Centro de Alimentación en Alimentación y Desarrollo A.C, [5]Profesor Investigador Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. *Autor responsable: ppreciador@yahoo.com.mx;Carretera Torreón-San Pedro Km 7.5, Torreón, Coahuila.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los consumidores se han interesado en el origen de los alimentos, en la forma que estos fueron cultivados, de si son seguros para su consumo, si estos se encuentran libres de algún tipo de agroquímico y de su contenido nutrimental (Winter y Davis, 2006). Por otro lado los productores agrícolas están siendo presionados a modificar sus métodos de producción por diversas razones, entre las cuales se incluyen la restricción en el uso de pesticidas, la creciente preocupación por la degradación de los recursos naturales, las presiones del público sobre los aspectos ambientales, el ahorro y el incremento de las ganancias (Porter, 2000), Una alternativa muy prometedora para la solución de estos problemas es el uso de sistemas de producción sustentables, los que permiten hacer un uso eficiente y adecuado de los residuos biodegradables que se derivan directa o indirectamente diversas actividades relacionadas con la producción de alimentos como lo es el sector agropecuario (Fortis *et al.,* 2012), debido a estos motivos el uso de abonos orgánicos está ganando cada vez mayor importancia ya que disminuye los costos de la costos de la fertilización al tiempo que incrementa la materia orgánica aspecto fundamental relacionado a la sostenibilidad y productividad de la agricultura (Nieto, 2002). Por otra parte, y debido a que las reglamentaciones para la aplicación y disposición del estiércol se han vuelto cada vez más rigurosas, la producción del vemicompost es un sistema ecológicamente seguro para el manejo del estiércol, ya que diversos estudios han demostrado la capacidad de algunas lombrices para utilizar una amplia gama de residuos orgánicos, e.g., estiércol, residuos de cultivos, desechos industriales, aguas negras, etc. (Atiyeh *et al.*, 2000). Una alternativa en la Comarca Lagunera para producir hortalizas en invernadero sería crear sustratos a partir de estiércol composteado en combinación con arena, un material presente en la región y comúnmente utilizado los sistemas de producción de cultivos sin suelo, debido a que el uso de los sustratos comerciales como el peat moss y vermiculita actualmente presentan limitaciones medioambientales por ser

recursos no renovables y los altos precios de comercialización (Urrestarazu *et al.,* 2005; Marta *et al*., 2005). Además de que la producción orgánica ha demostrado que puede incrementar la calidad nutricional de las frutas y vegetales ya que incrementa la capacidad antioxidante Algunos estudios, han demostrado los beneficios para la salud que aporta el consumo de frutas y verduras que contienen un alto contenido de compuestos fenólicos y antioxidantes, y estos presentan una marcada influencia en la prevención de enfermedades. Bajo esta perspectiva, el objetivo del presente trabajo fue evaluar efecto de cuatro mezclas de vermicompost:arena sobre el rendimiento, capacidad antioxidante y compuestos fenólicos en frutos de melón desarrollado en invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue establecido bajo condiciones de invernadero semicircular con cubierta de acrílico y con un sistema de enfriamiento automático, ubicado dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, en Torreón, Coahuila. Se sembraron manualmente semillas de melón Crusier, en el centro de bolsas de polietileno negro calibre 500 tipo vivero de 20 L, las cuales fueron utilizadas como macetas, mismas que fueron colocadas en doble hilera en tresbolillo, y una distancia de 30 cm entre plantas, las macetas contenían como sustrato los diferentes tratamientos (mezclas de vermicompost y arena de río). La arena de río utilizada en las mezclas fue lavada y desinfectada con hipoclorito de sodio al 5%, las mezclas utilizadas presentaron las siguientes relaciones en volumen de vermicompost:arena: 15:85, 30:70, 45:55 y 60:40, las plantas fueron podadas a un tallo y posteriormente fueron tutorados con rafia, sujetando uno de los extremos en la base del tallo y el otro a un alambre que se aseguró a la estructura metálica del invernadero, la polinización fue realizada por abejas las cuales fueron introducidas al invernadero durante la aparición de las flores hermafroditas. La cosecha se llevó a cabo cuando los frutos se desprendías del pedúnculo de la planta, las variables evaluadas fueron peso del fruto, diámetro polar, diámetro ecuatorial, grosor de la pulpa, de cada planta se seleccionó un fruto el cual fue lavado con agua potable para remover posibles residuos presentes, posteriormente se retiró la cascara de la pulpa para triturarlo en trozos pequeños para después obtener el extracto, para ello se mezclaron 5 g de muestra (pulpa de melón fresco molida) en 10 ml de metanol en tubos de plástico con tapa de rosca, los cuales fueron colocados en agitador rotatorio (ATR Inc., EU) durante 6 horas a 20 rpm a 5 °C. Los tubos fueron centrifugados a 3000 rpm durante 10 minutos, y el sobrenadante fue extraído para su análisis. Para el contenido de fenólicos totales se midió usando una modificación del método Folin-Ciocalteau (Esparza Rivera *et al*., 2006). Se

mezclaron 30 µl de muestra con 270 µl de agua destilada en un tubo de ensaye, y a esta solución se le agregaron 1,5 ml de reactivo Folin-Ciocalteau (Sigma-Aldrich, St. Louis MO, EU) diluido (1:15), agitando en vórtex durante 10 segundos. Después de 5 minutos se añadieron 1,2 ml de carbonato de sodio (7,5% p/v) agitándose durante 10 segundos. La solución fue colocada en baño maría a 45 °C por 15 minutos, y luego se dejó enfriar a temperatura ambiente. La absorbancia de la solución fue leída a 765 nm en un espectrofotómetro HACH 4000. El contenido fenólico se calculó mediante una curva patrón usando ácido gálico (Sigma, St. Louis, Missouri, EU) como estándar, y los resultados se reportaron en mg de ácido gálico equivalente por g de muestra base seca (mg equiv AG•g-1 BS). Los análisis se realizaron por triplicado. La capacidad antioxidante se evaluó de acuerdo al método in vitro DPPH+ usando una modificación del método publicado por Brand-Williams (1995). Se preparó una solución de DPPH+ (Aldrich, St. Louis, Missouri, EU) en metanol, ajustando la absorbancia de la solución a 1,100 ± 0,010 a una longitud de onda de 515 nm. Para la determinación de capacidad antioxidante se mezclaron 50 µl de muestra y 950 µl de solución DPPH+, y después de 3 min de reacción se leyó la absorbancia de la mezcla a 515 nm. Se preparó una curva estándar con Trolox (Aldrich, St. Louis, Missouri, EU), y los resultados se reportaron como capacidad antioxidante equivalente en µM equivalente en Trolox por g base seca (µM equiv Trolox•gm-1 BS). El diseño experimental utilizado para evaluar el efecto de los tratamientos, con diez repeticiones, fue completamente al azar. Los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente utilizando un análisis de varianza y para la comparación de las medias de tratamientos se aplicó la prueba de Tukey ($P \leq 0.05\%$).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados obtenidos confirman que el vermicompost posee características que permiten lograr una buena producción de melón, ya que de acuerdo con Atiyeh *et al*., (2002), el vermicompost es un abono que presenta un gran potencial como componente de los medios que utilicen sustrato en los sistemas de producción de cultivos sin suelo. Todas las variables evaluadas en los frutos de melón presentaron diferencia significativa, en general los mayores valores correspondieron a la mezcla V:A 45:55 (Cuadro 1). Atiyeh *et al*., (2000), afirman que pequeñas cantidades de vermicompost, mezcladas con sustratos estándares y sustratos de alta calidad, mejoran en forma significativa, el desarrollo de las plantas; lo anterior no sucedió en el presente trabajo ya que el melón presenta mayores requerimientos nutrimentales y las proporciones de vermicompost en el medio de crecimiento no podían satisfacer dicha demanda,

por lo cual las plantas presentaron un menor rendimiento y frutos de menor tamaño (Budiastuti *et al*., 2012).

La disminución del rendimiento y del tamaño de los frutos también pudiera deberse en parte a la alta CE del medio en donde se desarrollan las raíces, requiriéndose un mayor esfuerzo para la absorción de agua y nutrientes, en detrimento de la energía metabólica (Armenta, 2001), además de que la salinidad afecta negativamente el número y peso de los frutos y consecuentemente el rendimiento (Goykovic y Savedra, 2007), la disminución en el tamaño de los frutos se debe a que la salinidad provoca una menor absorción de agua en los frutos (Plaut *et al.*, 2004).

Cuadro 1. Peso de fruto (PF), diámetro polar (DP), diámetro ecuatorial (DE), grosor de pulpa (GP) y sólidos solubles totales (°Brix), en frutos de melón en función de las diferentes mezclas vermicompost:arena (V:A).

V:A	PF	DP	DE	GP
	gr	---------- cm ----------		
15:85	0.772 b	11.34 b	9.77 b	2.60 b
30:70	0.871 ab	12.20 ab	10.32 ab	2.78 ab
45:55	1.071 a	13.20 a	11.10 a	2.96 ab
60:40	0.999 ab	12.82 a	10.64 ab	3.14 a

† Valores con letras iguales dentro de cada columna son similares estadísticamente (Tukey $P \leq 0.05$).

Por otro lado la importancia de los antioxidantes en la industria alimenticia, se basa en la restricción existente contra los antioxidantes sintéticos por los efectos secundarios que ocasionan, obligando así a la búsqueda de antioxidantes naturales (Veliglu *et al*., 1998), los cuales se encuentran de manera natural en frutas y vegetales y su contenido representa uno criterios de calidad nutricional (Rise *et al*., 1996). Nuestros resultados indican que las diferentes relaciones de VC:A evaluadas en el experimento provocaron que las frutos de melón exhibieran diferencias significativas ($P \leq 0,05$, Cuadro 2), el mayor contenido fenólico y actividad antioxidante en ambos métodos fueron obtenidos con la mayor proporción de vermicompost como componente del sustrato; los anteriores resultados probablemente sean debido a la alta conductividad eléctrica del sustrato (Atiyeh *et al.,* 2000), ya que la salinidad disminuye la absorción de agua y de nutrimentos, afectando el metabolismo de la planta, por lo cual la salinidad moderada con esta relación de VC:A en el sustrato puede ser utilizados mejorar la calidad nutrimental de los frutos de melón producido orgánicamente; a diferencia de los

sistemas convencionales de producción en los cuales la fertilización inorgánica disminuye la cantidad de antioxidantes, mientras que aplicación de abonos orgánicos los incrementa (Nur *et al*., 2013); estas variaciones en los contenidos de compuestos bioactivos y en la actividad antioxidante, en los sistemas de producción convencional y orgánica, están relacionadas con las diferencias en las prácticas de cultivo (Wang *et al*., 2008), ya que en los sistemas intensivos de producción no existen factores estresantes para los cultivos por lo cual existe baja capacidad antioxidante (Zhao *et al.,*2009).

Cuadro 2. Contenido total de fenólicos y capacidad antioxidante de fruto de melón producido en invernadero bajo diferentes niveles de vermicompost:arena.

Tratamientos	Contenido fenólico[1]	Capacidad antioxidante método ABTS[2]	Capacidad antioxidante método DPPH[2]
15/85°	4.64b	312.7a	152.2ab
30/70	3.97b	219.1b	119.2b
45/55	4.86b	316.7a	171.1a
60/40	6.70ª	329.2a	172.9a

*Medias (n = 4). Diferencias entre medias determinadas mediante la prueba de Diferencia Minima Significativa (p< 0.05). ° Proporción del sustrato de vermicomposta/arena[1]Datos expresados como mg equivalente en ácido galico por 100 g base fresca. [2]Datos expresados como µM equivalente en Trolox por 100 g base fresca. Valores seguidos de diferente letra en la columna son significativamente diferentes (*P*<0.05)

CONCLUSIONES

El vermicompost posee características que permiten lograr una aceptable producción de melón.

La mezcla de vermicompost:arena, (45:55), logro el mayor rendimiento y cantidad de compuestos fenólicos y actividad antioxidante en los frutos del cultivo de melón desarrollado en invernadero.

BIBLIOGRAFÍA

Armenta BD, Baca CG, Alcántar GG, Kohashi SJ, Valenzuela UG, Martínez GA (2001) Relaciones de nitratos y potasio en fertirriego sobre la producción, calidad y absorción nutrimental de tomate. *Revista Chapingo Serie horticultura* 7:61-75.

Atiyeh, R. M., N. Arancon, C. A. Edwards, and J. D. Metzger. 2000. Influence of earthworm processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. Bioresour. Technol. 75: 175-180.

Atiyeh, R. M., S. Lee, C. A., Edwards, N. Q. Arancon, and J. D. Metzger. 2002. The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. *Bioresource Technology* 84: 7–14.

Brand – Williams, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebenmittel-Wissenschaft und Technologie 28: 25-30.

Budiastuti, S.,Purnomo, D., Djoko ST., Linayanti D., Victorianus PYo. 2012. The Enhancement of Melon Fruit Quality by Application of the Fertilizer and Gibberellin. Journal of Agricultural Science and Technology 2: 455-460

Esparza Rivera JR, Stone MB, Stushnoff C, Pilon Smith E, Kendall PA (2006) Effects of Ascorbic acid applied by two hydrocooling methods on physical and chemical properties of green leaf lettuce stored at 5 °C. Journal of Food Science 71:270-276.

Fortis H.M., Preciado R.P., García H.J.L., Navarro B.A., Gonzales, J.A., Omaña S.J.M. 2012. Sustratos orgánicos en la producción de chile pimiento morrón. Rev. Mex Cienc Agric. 3:1203-1216.

Goykovic-Cortés, V. y G. Saavedra-del Real. 2007. Algunos efectos de la salinidad en el cultivo del tomate y prácticas agronómicas de su manejo. IDESIA (Chile) 25: 47-58.

Marta, B, Marta, M, Alberto, D, & Roberto, M 2005. 'Use of pruning waste compost as a component in soil less growing media', *Bioresource Technology,* 96: 597–603.

Nieto-Garibay, B. Murillo-Amador, E. Troyo-Diéguez, J.A. Larrinaga-Mayoral y J.L. García-Hernández. 2002. El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (Capsicum annuum L.) en zonas áridas. Interciencia. 27:417-421.

Nur Faezah, O., Siti Aishah, H., & Umi Kalsom, Y. 2013. Comparative evaluation of organic and inorganic fertilizers on total phenolic, total flavonoid, antioxidant activity and cyanogenic glycosides in cassava (Manihot esculenta). *African Journal of Biotechnology. 12:* 2414-2421.

Plaut Z, Grava A, Yehezkel Ch, Matan E (2004) How do salinity and water stress affect transport of water assimilates and ions to tomato fruits?. *Physiol. Plant*. 122: 429-442.

Porter Humpert, C. 2000. New trends in sustainable farming build compost use. *BioCycle* 41: 30-35.

Rice-Evans, C. A., Miller, J. N., & Paganga, G. 1996. Structureantioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. Free Radical Biology and Medicine. 20, 933–956.

Rossi C., Di Lena A., La Sorda R., Lattanzio R., Antolini L., Patassini C., Piantelli M., Alberti S. (2008). Intestinal tumour chemoprevention with the antioxidant lipoic acid stimulates the growth of breast cancer. European Journal of Cancer, 44(17):2696-2704.

Urrestarazu, M, Martínez, G, & Salas, M 2005. 'Almond shell waste: possible local rockwool substitute in soil less crop culture, *Scientia Horticulture*, 103(4): 453-460.

Veliglu, Y.S., Mazza, G., Gao, L. & Oomah, B. (1998). Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables and grain products. *Journal of Agricultural* and *Food Chemistry* . 46, 4113-4117.

Wang CY; Camp MJ. 2008. Fruit quality, antioxidant capacity, and flavonoid content of organically and conventionally grown blueberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56: 5788-5794.

Winter C.K and Davis F.S. 2006. Organic food. J Food Sci. 71:117-124.

Zhao X, Nechols JR, Williams KA,Wang W, Carey EE (2009) Comparison of phenolic acids in organically and conventionally growm pac choi (*Brassica rapa* L. chinensis). *J. Sci. Food Agric. 89*: 940-946

SISTEMA EN LÍNEA PARA LA PROGRAMACIÓN DEL RIEGO EN TIEMPO REAL EN COAHUILA

Catalán Valencia Ernesto Alonso[1], Villa Castorena Magdalena[1], Inzunza Ibarra Marco Antonio[1], Román López Abel[1], Delgado Ramírez Gerardo[1], González Barrios José Luis[1]

[1]CENID RASPA INIFAP. Canal Sacramento km 6+500. Gómez Palacio, Dgo.
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, 2008). En Coahuila, el volumen de agua anual concesionado es de 1,940 millones de m^3, de los cuales el 83% (1,606 millones de m^3) se destina a uso agrícola. La superficie cultivada bajo riego alcanzó las 102,867 hectáreas en el año 2007, lo cual implica una lámina de riego bruta promedio de 1.56 m y una eficiencia global de 38% si se asume una lámina neta o requerimiento de riego de 60 cm (CNA, 2008)

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 Coahuila 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).

OBJETIVO

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 Coahuila.

MATERIALES Y MÉTODOS

El programa DRIEGO COAHUILA 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:

$$\Delta\theta = R + P - ETc - D \qquad (1)$$

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):

$$ET_C = (K_s K_{cb} + K_e) ET_0 \qquad (2)$$

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. Inicio, 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).

Botón Inicio: 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.

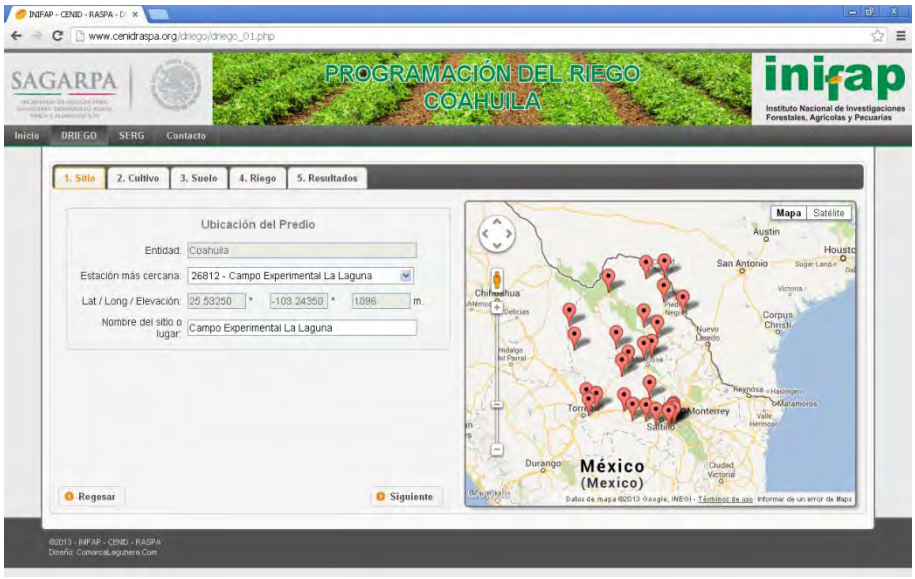


Figura 1. Selección del sitio y su estación climatológica.

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 no debe modificar, a menos que disponga de dicha información derivada de estudios experimentales propios (Figura 2).

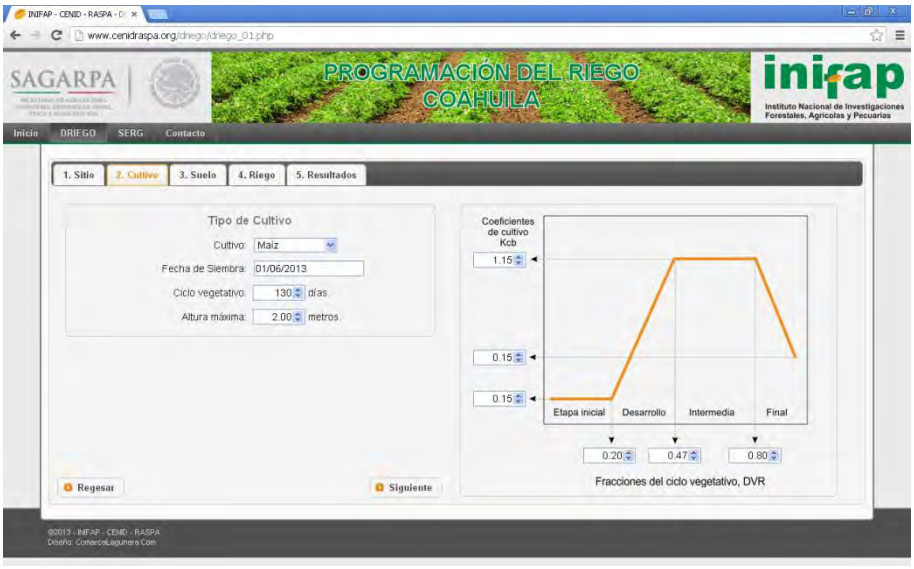


Figura 2. Ingreso de datos del cultivo.

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.

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 (Figura 3).

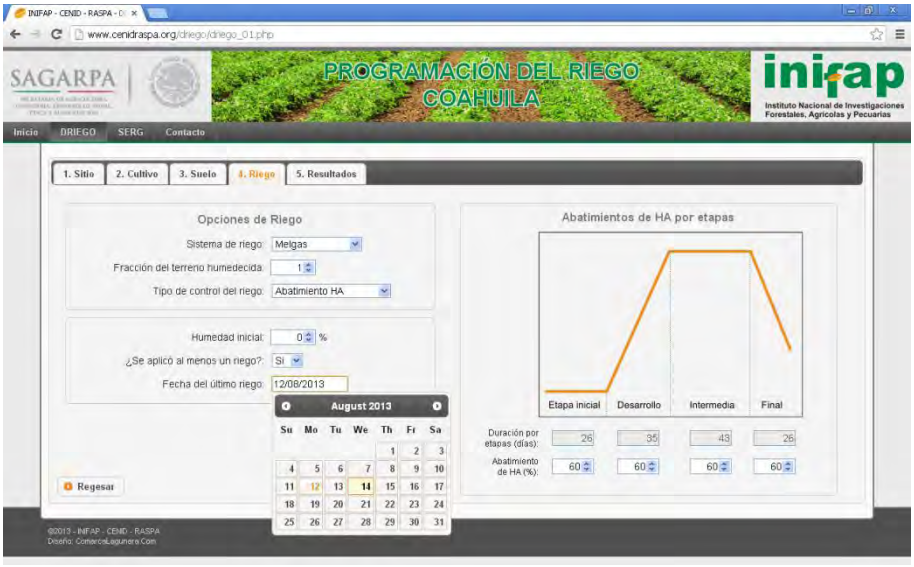


Figura 3. Pantalla de captura de las opciones del riego propuestas por el usuario.

RESULTADOS

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 Coahuila. 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 4).

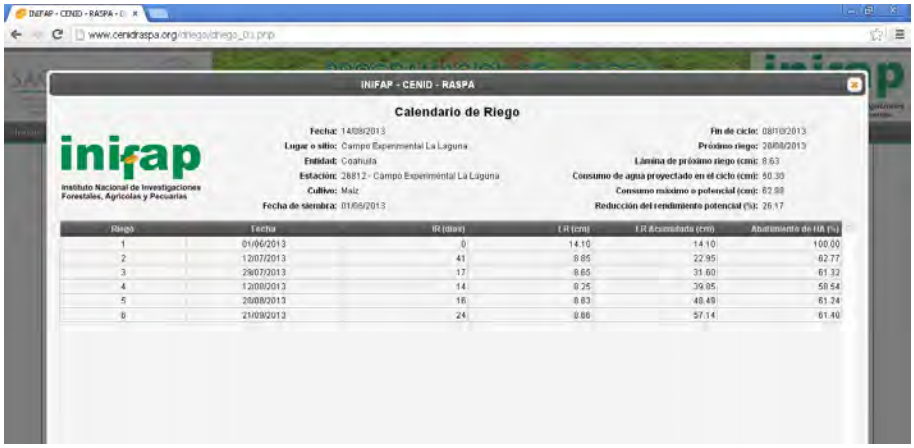


Figura 4. Calendario de riegos del maíz.

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 5) 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 (Figura 6). 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.

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.

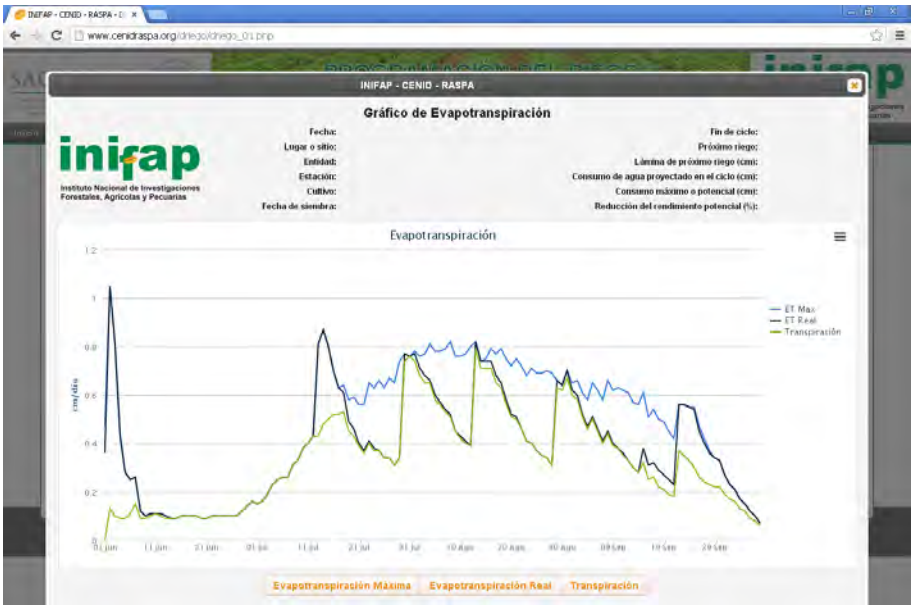


Figura 5. Consumo de agua a través del ciclo del maíz.

Figura 6. Variación de la humedad aprovechable del suelo.

CONCLUSIONES

El sistema IRRINET es una herramienta importante para que los usuarios del riego del estado de Coahuila 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 Coahuila, 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). 2008. 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.

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA GANANCIA DE PESO DE BECERRAS DURANTE LA LACTANCIA, EN UN ESTABLO BAJO EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN ESPECIALIZADO

Estrada CE[1*], Espinosa MMA[2], Maldonado RE[3], Villaseñor GF[1], Álvarez GH[4], Montiel OLJ[2].

[1]CE Centro Altos de Jalisco - INIFAP, [2]CENID Fisiología y Mejoramiento Animal - INIFAP, [3]Consultor privado, [4]CNRG - INIFAP.
estrada.eliab@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El proceso de crianza de vaquillas para reemplazos en los establos lecheros, representa el segundo mayor gasto económico, el futuro del hato productor y la siguiente generación de progreso genético en los establos. Debido a que los reemplazos comienzan a generar ingresos económicos básicamente hasta que llegan al parto, el objetivo principal del proceso de crianza es que los animales se desarrollen adecuadamente a un costo mínimo y que les permita tener un desempeño óptimo en la futura lactación (Espinosa y Montiel, 2011).

En los establos del sistema de producción especializado, la premisa de producir la cantidad de reemplazos necesarios con potencial genético superior al de sus progenitoras, con desarrollos óptimos y al menor costo posible, no se ha cumplido del todo. La producción de reemplazos derivada del proceso reproductivo en este tipo de establos, generalmente no es suficiente para sustituir a las vacas que se desechan voluntaria o involuntariamente, situación que ha obligado a que anualmente se estén importando vaquillas de otros países (CONG, 2010). Aunado a lo anterior y a pesar de los altos niveles tecnológicos con que se cuenta en los establos especializados, la tasa de sobrevivencia y desarrollo de las becerras tienden a verse afectados por factores asociados a condiciones individuales de los animales (madres o crías) y/o a decisiones de manejo en el proceso de crianza, los cuales pueden variar ampliamente entre establos dentro del mismo sistema de producción.

La lactancia es una de las etapas de la crianza de reemplazos en donde las becerras son más susceptibles a que se afecte negativamente su desarrollo (Ávila *et al.,* 2011). El numero de lactancia y el tipo de parto de las vacas, el peso al nacimiento y el nivel de proteína sanguínea (refractometría) así como el tipo de alimentación líquida que reciben las becerras, han sido considerados como factores importantes que influyen en su desarrollo al destete (Medina, 1994). En la literatura, se ha indicado que cuando las becerras presentan ganancias de peso

entre 745 y 800 gramos/día durante la etapa de lactancia, se puede considerar que éstas tuvieron un buen nivel de desarrollo (Medina *et al.,* 2009); sin embargo, estos niveles no siempre son alcanzados por un alto porcentaje de becerras. Con el propósito de identificar factores que influyan negativamente en el desarrollo de las becerras y contar con información que permita tomar decisiones para implementar medidas preventivas/correctivas en el manejo de la lactancia en un establo comercial de Aguascalientes, el objetivo del presente estudio fue determinar el efecto del numero de lactancia, el tipo de parto de las madres; el peso al nacimiento, el nivel de proteína en el suero sanguíneo de las becerras y el uso de tres sustitutos de leche, sobre la ganancia de peso de becerras durante la lactancia en un establo bajo el sistema de producción especializado.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en un establo lechero de tipo especializado ubicado en el municipio de Aguascalientes, Aguascalientes. En el área de estudio el clima es semiseco, con temperatura media anual de 17.3 ^{0}C y precipitación media anual de 498 mm (INIFAP, 2013). El periodo de estudio comprendió de Septiembre a Octubre de 2012 y el periodo de crecimiento de las becerras que fueron incluidas (n= 104) comprendió desde el momento de su nacimiento hasta que fueron destetadas (60 días de edad).

La información respecto al número de lactancia y el tipo de parto de las madres de las becerras experimentales, se obtuvo de manera retrospectiva, mediante los registros mantenidos por la unidad de producción. En el establo, un parto normal es cuando éste proceso se realiza sin ayuda y distócico cuando se realiza una intervención humana, pero dependiendo del nivel de ayuda se clasifican en partos con asistencia menor y con asistencia mayor. Para determinar el nivel de proteína en el suero sanguíneo, a todas las becerras se les tomó una muestra de sangre 48 horas después de su nacimiento, las muestras fueron reposadas a temperatura ambiente por 24 horas para la obtención del suero sanguíneo y posteriormente se realizó la lectura con un refractómetro Hand-Help Atago.

Con el propósito de evaluar que sustituto de leche funcionaba mejor en el establo, se evaluaron tres marcas comerciales (A, B y C). Los sustitutos A y C contenían 22 % de proteína y 18 % de grasa, el sustituto B contenía 20 % proteína y 20 % de grasa. A todas las becerras se les ofrecieron 4 litros de sustituto de leche desde los 3 a los 20 días de edad y 6 litros a desde los 21 a los 60 días. Así mismo, a todas las becerras se les ofrecieron 0.5 kg de concentrado

iniciador a partir del día 3 y esta porción se fue aumentando en porciones de 0.5 kg, conforme las becerras iban aumentando su consumo. Por otra parte, se realizaron mediciones de peso a las becerras en las primeras 24 horas de vida y al momento en que éstas fueron destetadas. Las mediciones de peso corporal se obtuvieron a través de una báscula electrónica. Con base a los pesos al nacimiento, destete y los días al destete, se determinó la ganancia de peso de las becerras durante el periodo de lactancia.

La variable de respuesta fue la ganancia diaria de peso de las becerras y las variables independientes evaluadas fueron: el número de lactancia de las madres (< 3 y ≥ 3), el tipo de parto (normal, asistencia menor y asistencia mayor), el peso al nacimiento de las becerras (< 37.3 kg y ≥ 37.3 kg; las clases se formaron considerando el valor del segundo cuartil de acuerdo a la distribución de los datos) el nivel de proteína en el suero sanguíneo (malo, < 5.5 g/dl y bueno, ≥ 5.5 g/dl) y el sustituto de leche utilizado (A, B y C). La variable de respuesta y las variables independientes cuantitativas se analizaron por estadística descriptiva. Además, se realizaron análisis de varianza en los cuales se incluyó el peso al nacimiento como covariable. Para éstos análisis se utilizó el paquete estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se puede observar que el peso al nacimiento promedio de las becerras fue menor a lo considerado como óptimo en la raza Holstein (40 - 46 kg; Espinosa y Montiel, 2011); así mismo, más del 75 % de estas nacieron con pesos por abajo del valor mínimo, porcentaje considerablemente alto si se comparara con lo que se ha sugerido como permisible en los establos, < 10 % de las becerras con peso < 40 kg (Medina *et al*., 2009).

Cuadro 1. Estadística descriptiva para el peso al nacimiento, nivel de proteína en el suero sanguíneo y ganancia diaria de peso de las becerras durante la lactancia.

Estadística descriptiva	Peso al nacimiento (Kg) n=104	Proteína en suero (g/dl) n= 103	Ganancia de peso (Kg) n= 104
Media	36.9	5.9	0.775
Mínimo	23.7	4.6	0.260
Máximo	48.5	8.0	1.360
Primer cuartil	34.0	5.4	0.620
Segundo cuartil	37.3	5.8	0.790
Tercer cuartil	39.7	6.4	0.940

El promedio de proteína total en el suero sanguíneo fue mayor a 5.5 g/dl, valor que indica una trasferencia exitosa de inmunidad en las becerras a través del consumo de calostro; sin embargo, alrededor del 25 % de éstas mostró un nivel de proteína por abajo de dicho valor; porcentaje alto considerando lo que se sugiere debe ser permisible en los establos, < 15 % de las becerras con valor < 5.5 g/dl. Por otra parte, el promedio de la ganancia diaria de peso durante la lactancia se colocó entre el rango de valores óptimos (0.745 - 0.800 kg; Medina *et al.*, 2009), no obstante, alrededor del 25 % de las becerras mostró una ganancia de peso menor a lo recomendado.

Cuadro 2. Media y error estándar para la ganancia diaria de peso durante la lactancia en becerras con diferente peso al nacimiento, el nivel de proteína en el suero sanguíneo, sustituto de leche y madres con diferente número de lactancia y tipo de parto.

Variables independientes	Ganancia de peso (Kg)
No. de lactancias	
< 3	0.767 ± 0.02
≥ 3	0.785 ± 0.03
Tipo de parto	
Normal	0.788 ± 0.02
Asistencia menor	0.714 ± 0.06
Asistencia mayor	0.766 ± 0.04
Peso al nacimiento	
≥ 37.3 kg	0.818 ± 0.02[a]
< 37.3 kg	0.730 ± 0.02[b]
Proteína en suero sanguíneo	
≥ 5.5 g/dl	0.786 ± 0.02
< 5.5 g/dl	0.747 ± 0.03
Sustituto de leche	
A	0.847 ± 0.03[a]
B	0.668 ± 0.03[b]
C	0.811 ± 0.03[a]

Diferente literal entre hileras por variable independiente, indica diferencias estadísticas significativas, P< 0.05.

No se observaron diferencias estadísticas significativas por efecto del número de lactancia (P> 0.1), el tipo de parto en las madres (P> 0.1) así como del nivel de proteína en el suero

sanguíneo de las becerras (P> 0.1) sobre la ganancia de peso, pero si se observaron efectos del peso al nacimiento (P< 0.05) y del sustituto de leche utilizado (P< 0.05). Las becerras que nacieron con peso < 37.3 kg presentaron menor ganancia diaria de peso durante la lactancia que las becerras que nacieron con peso ≥ 37.3 kg. Por su parte, las becerras que consumieron el sustituto de leche B presentaron menor ganancia diaria de peso respecto a las becerras que consumieron los sustitutos de leche A y C, las cuales se comportaron de manera similar. Este resultado puede ser debido a que el sustituto B contenía menor porcentaje de proteína respecto a los demás.

Los resultados indican que no obstante en la mayoría de las becerras se está logrando un desarrollo adecuado durante la lactancia, existe una proporción considerable de animales en el establo que no lo hace. Por lo tanto, es importante identificar y corregir los factores que estén provocando que las becerras presenten un sub-óptimo peso al nacimiento y bajo nivel de proteína total en el suero sanguíneo, ya que esto repercutirá en el desarrollo de las becerras durante la lactancia. Así mismo, es trascendental tomar decisiones acertadas respecto al sustituto de leche empleado, para lo cual se debe considerar su contenido nutricional y de ser posible, con base a evaluaciones que permitan identificar con que formula comercial las becerras expresan una mejor respuesta en su desarrollo.

CONCLUSIONES

Se concluye que en el establo experimental, la mayoría de las becerras tienen un desarrollo adecuado durante la lactancia; sin embrago, una alta proporción nace con pesos sub-óptimos y muestra bajo nivel de proteína total en el suero sanguíneo. Además, que un bajo peso al nacimiento de las becerras y el uso de un sustituto de leche con menor porcentaje de proteína, tienen efectos negativos sobre el desarrollo de las becerras durante la lactancia.

BIBLIOGRAFÍA

Ávila GJ. Crianza y cuidado de becerras del nacimiento al parto. Memorias séptimas jornadas bovinas. Universidad Nacional Autónoma de México-Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México 19 agosto-2 Septiembre 2011; 27-41.

CNOG. Boletín Informativo Pecuario No. 19, 2010. Disponible en http://www.cnog.org.mx/_documentos/3255_BoletinEconomico019.pdf

Espinosa MMA, Montiel OLJ. Indicadores de crecimiento y desarrollo en la crianza de vaquillas de reemplazo. Ganadero 2011. 36: 94-102.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 2013. Disponible en: http://clima.inifap.gob.mx/redinifap/directorio.aspx

Medina CM. Medicina Productiva en la Crianza de Becerras Lecheras. México, D.F. Grupo Noriega Editores.1994.

Medina CM, Calderón RRC, Zarate MJP, Aguilar RF, Ugarte BJ. Proceso de crianza de becerras. Producción de leche de bovino en el sistema familiar: Primera edición . Veracruz, México. Libro técnico Núm. 24. INIFAP-CIRGOC. 2009. p 237 -262.

EFECTO DE LOS CONJUGADOS DEL ÁCIDO GRASO LINOLEICO (CLA) SOBRE EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO EN VACAS HOLSTEIN DEL SISTEMA FAMILIAR

Moreno MM[1]*, Estrada CE[2], Villagómez AME[3], Ramírez HR[2], Vera AHR[4], Gutiérrez AC[5] ,Alvarado LE[6], Iñiguez GO[6].

[1]FES Cuautitlán, UNAM, [2]CE Centro Altos de Jalisco, INIFAP, [3]CENID Microbiología, INIFAP, [4]CENID Fisiología, INIFAP, [5]FMVZ-UNAM, [6]CUALTOS, U de G.
monica.moreno28@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Los establos del sistema familiar se caracterizan por su alta incorporación de mano de obra familiar no asalariada, niveles tecnológicos de medios a bajos, utilización de la raza Holstein con niveles medios a bajos de producción, semi-estabulación y alimentación basada en forraje de agostaderos, de maíz de producción propia y concentrados comerciales. Este sistema contribuye con aproximadamente el 30% de la producción de leche a nivel nacional y es el que predomina en el estado de Jalisco, este estado aporta el mayor porcentaje de la producción de leche a nivel nacional (Cervantes *et al*., 2001). Al parecer, este sistema presenta una baja eficiencia reproductiva debido a diversos factores no identificados plenamente en cuanto a su incidencia e importancia y presenta también limitantes nutricionales por variación en la disponibilidad y calidad de forrajes, además de no contar con esquemas de alimentación que cubran los requerimientos nutricionales de los animales (Núñez *et al*., 2009). Lo anterior, provoca que las vacas lleguen al parto con condiciones corporales inapropiadas (Estrada *et al*., 2010). Aunado a esto, el inicio de la lactación esta caracterizado por un dramático incremento en las demandas de nutrientes que se requieren para la síntesis de leche y a una disminución en el consumo de materia seca, lo que provoca una rápida movilización de las reservas energéticas, lo cual conlleva también a una disminución en la condición corporal. Una alternativa para mejorar el desempeño reproductivo y adicionalmente aportar valor agregado a la leche del sistema de producción familiar, es mediante la suplementación energética con conjugados del ácido graso linoleico (CLA). En algunos estudios bajo el sistema de producción intensiva se ha observado que cuando las dietas de las vacas son adicionadas con CLA, se pueden mejorar algunas variables reproductivas (Odens *et al*., 2007). De Veth *et al* (2009) predijeron por medio de un modelo paramétrico una disminución cuadrática en el intervalo parto-primera ovulación mientras se incrementa la suplementación con *trans*-10, *cis*-12 a una dosis de 8.0 gramos/día.

En este mismo estudio se presentó un efecto cuadrático en la dosis de CLA sobre la gestación, incrementándose en una dosis de 10.1 gramos/día, después de la cual los efectos benéficos disminuyeron. Sin embargo, debido a las extremas diferencias de manejo así como del estado metabólico que parece existir entre las vacas altas productoras del sistema intensivo y las vacas del sistema de producción familiar (Estrada *et al*., 2010), es necesario determinar si los efectos de los CLA, también pueden mejorar el desempeño reproductivo, de vacas bajo las condiciones del sistema familiar. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de la adición de los CLA en la ración de vacas del sistema de producción familiar sobre el intervalo parto-primera ovulación, los servicios por concepción y los días abiertos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevo a cabo entre mayo del 2011 y junio del 2012, en el Municipio de Tepatitlán de Morelos, Jalisco. El clima en la región es de tipo templado subhúmedo, con temperatura media anual de 18.3 °C y precipitación media anual de 890 mm, concentrados principalmente entre los meses de Junio a Septiembre (Ruiz *et al*., 2003). Se incluyeron 154 vacas de dos establos comerciales cuyo tamaño y manejo son representativos del sistema de producción familiar (Cervantes *et al*., 2001). El período experimental de cada una de las vacas fue desde el momento del parto hasta los 100 días post-parto o su primer servicio. Las vacas fueron asignadas aleatoriamente después del parto a uno de dos tratamientos; a) dieta control (DC) que contenía grasas saponificadas a sales de calcio (Energy Palm); y b) dieta experimental (DE), la cual estaba adicionada con CLA encapsulados (Lutrell). Ambas dietas fueron balanceadas para que fueran isoproteicas e isoenergéticas y el contenido nutrimental para ambos grupos fue de 87.46% MS, 2.04% Mcal EM/kg de ración y 14.8% proteína. La adición de las grasas (100 g control y 100 g experimental) se realizaba en forma de *top-dressing* durante la ordeña de la tarde por medio del concentrado, el cual era ofrecido en piletas.

Para determinar el intervalo parto-primera ovulación, se midió la concentración sérica de progesterona por medio de radioinmunoanálisis (RIA) en muestras de sangre dos veces por semana. El RIA se realizó mediante un estuche comercial (PROG-CTRIA, Cisbio Bioassays). La sensibilidad del ensayo fue de 0.05 ng/ml y el coeficiente de variación intra e inter ensayo fue de 3.5% y de 4.5%, respectivamente. Se consideró como evidencia de ovulación cuando los sueros sanguíneos presentaron una concentración >1 ng/ml en por los menos tres muestras consecutivas.

Se realizó un ANDEVA mediante el PROC GLM del SAS en el que se incluyeron intervalo parto-primera ovulación y días abiertos como variables de respuesta y como efectos fijos tratamiento (TRAT), hato (HAT) y su interacción, así como la condición corporal al parto como covariable.
En el caso de SC los datos no presentaron una distribución normal aún transformados, por lo que se analizaron mediante el PROC NPAR1WAY de SAS. En todos los casos se consideró un efecto estadísticamente significativo cuando se presentó una P< 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se encontraron diferencias estadísticas significativas por efecto de HAT y su interacción con el tratamiento en ninguna de las variables estudiadas (P<0.01). Tampoco se observó efecto del tratamiento sobre el intervalo parto primera ovulación (DE 25.74 ± 2.05 vs DC 21.8 ± 2.35; P>.05). Asimismo no hubo diferencias para el efecto HAT y su interacción con el tratamiento en ninguna de las variables estudiadas. Algunos estudios han observado efectos benéficos cuando se administra el isómero trans-10, cis-12 sobre el reinicio de la actividad ovárica (Bernal-Santos *et al*., 2003; Castañeda-Gutiérrez *et al*., 2005). La diferencia entre dichos estudios y el presente posiblemente se deba a que la dosis proporcionada en aquéllos fue de 8.78 g/d y 9.1 g/d de *trans*-10, *cis*-12, respectivamente (Bernal-Santos *et al*., 2003; Castañeda-Gutiérrez *et al*., 2005) y en nuestro estudio la dosis fue de 10 g/d del citado CLA. Sin embargo, en el segundo estudio al probar una dosis al doble (18.32 g/d *trans*-10, *cis*-12) observan un efecto contrario con un aumento de 8.8 días en el intervalo parto-primera ovulación de vacas suplementadas con CLA en comparación a las vacas con dieta control. Lo anterior puede ser explicado con una revisión de diversos estudios realizada por de Veth *et al*., (2009), quienes por medio de un modelo paramétrico, predicen una respuesta cuadrática de dosis-respuesta encontrando a la dosis de 8.0 g/d de *trans*-10- *cis* 12 en el punto de inflexión para la variable intervalo parto-primera ovulación. Sin embargo, las dosis óptimas determinadas en el multiestudio para otras variables reproductivas fueron distintas coincidiendo la que se utilizó en el presente estudio como óptima para reducir los días abiertos, como se verá más adelante.

De tal manera, en contraste con los resultados de reinicio de la actividad ovárica posparto, en el presente estudio se observaron diferencias estadísticas significativas (P<0.05) para los días abiertos y los servicios por concepción. Las vacas de la DE presentaron un período de días abiertos más corto en comparación del grupo de la DC (93.05 ± 12.37 vs 122.59 ± 14.99, respectivamente). Estudios en otras especies indican que los CLA no ejercen ningún efecto reproductivo benéfico. En relación con esto último, Aydin *et* al., (1999) reportan que la suplementación con CLA resulta en alta mortalidad embrionaria y reducida eclosión de los

huevos en aves. Sin embargo, los resultados obtenidos en esta investigación coinciden con lo observado por Perfield *et al*., (2002) quienes mencionan que la suplementación con CLA a vacas durante las primeras 20 semanas de lactación no causó efectos adversos sobre el mantenimiento de la gestación o el desarrollo del feto en vacas lecheras. El efecto benéfico de la suplementación con grasas sobre el comportamiento reproductivo de vacas lecheras puede estar asociada a una mejora en la disponibilidad de energía durante la lactancia temprana (Staples *et al*., 1998) o a acciones directas sobre los procesos reproductivos dependiendo del perfil específico de ácidos grasos del suplemento (Mattos *et al*., 2000). Se ha observado que los CLA disminuyen la concentración de grasa en la leche lo cual puede reducir la alta demanda energética presente en la lactancia temprana lo cual a su vez puede beneficiar el comportamiento reproductivo de vacas lecheras (Moreno *et al*., 2012). Por otro lado, los ácidos grasos pueden mejorar la reproducción a través de un aumento en la esteroidogénesis ovárica, manipulación de la insulina para estimular el desarrollo del folículo ovárico y/o por la inhibición de la producción uterina y liberación de la $PGF_{2\alpha}$ (Mattos *et al*., 2000). También se sabe que los altos niveles de IGF-I están asociados con el re-inicio de la ovulación (Butler, 2000). Aunque en este estudio no se determinaron los niveles sanguíneos de IGF-I, la suplementación con CLA podría estar relacionada con los efectos benéficos sobre los días abiertos. Taylor *et al*. (2004) reportaron que las vacas con altos niveles de IGF-I durante las primeras 12 semanas post-parto tuvieron más probabilidad de concebir que aquellas con bajos niveles. Asimismo en estudios con CLA se ha observado un incremento en la concentración sanguínea en vacas suplementadas con dichos isómeros en comparación de las vacas con dieta control; sin embargo, el mecanismo a través del cual los CLA incrementan los niveles de IGF-I circulante se desconoce, pero están asociados con la mezcla que proporciona *trans*-10, *cis*-12 (Castañeda-Gutiérrez *et al*., 2007).

Los servicios por concepción fueron menores en la DE que la DC (1.78 ± 0.2 vs 2.24 ± 0.25). Estos resultados coinciden con lo encontrado por Castañeda-Gutiérrez *et al*., (2005), quienes al suministrar 9.1 g/d de *trans*-10, *cis*-12 en el tratamiento 1 y 18.32 g/d *trans*-10, *cis*-12 en el tratamiento 2, obtienen menos servicios por concepción que el grupo control (2.2; 2.9; 2.5 SC, respectivamente). Lo anterior puede ser explicado, al menos de manera parcial, por resultados obtenidos en estudios de suplementación *in vivo* de vacas con dietas enriquecidas con ácido linoleico o de su suplementación *in vitro* a células endometriales aisladas de borregas en etapas tardías de la gestación, en los cuales se ha observado una disminución significativa en la producción de PGs de la serie 2 (Cheng *et al*, 2004). Asimismo, se sabe que la inhibición de la

$PGF_{2\alpha}$ puede disminuir las pérdidas embrionales evitando la luteolisis cuando el reconocimiento materno de la gestación no ocurre (Abayasekara *et* al., 1999).

CONCLUSIONES

En las vacas del sistema familiar, la suplementación con CLA, aunque no disminuyó el intervalo parto-primera ovulación, si proporciona beneficios reproductivos al disminuir los días abiertos y los servicios por concepción. Al parecer la respuesta de los CLA a las diferentes variables reproductivas está relacionada con la dosis que se pretende proporcionar.

BIBLIOGRAFÍA

Abayasekara DR, Wathes DC. 1999. Effects of altering dietary fatty acid composition on prostaglandin synthesis and fertility. Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids ;61: 275–87.

Aydin R, Pariza MW, and Cook ME. 1999. Effect of dietary conjugated linoleic acid on egg yolk fatty acids and hatchability in Japanese quail. J. Poultry Sci. 78(Suppl. 1):75. (Abstr.) Bernal-Santos G, Perfield II JW, Barbano DM, Bauman DE, and Overton TR. 2003. Production responses of dairy cows to dietary supplementation with conjugated linoleic acid (CLA) during the transition period and early lactation. J. Dairy Sci. 86:3218–3228

Butler WR. 2000. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. Anim. Reprod. Sci. 60–61:449–457.

Castañeda-Gutiérrez E, Overton TR, Butler W, Bauman DE. 2005. Dietary Supplements of two doses of calcium salts of conjugated linoleic acid during the transition periods and early lactation. J. Dairy Sci. 88: 1078-1089.

Castañeda-Gutiérrez E, Benefield BC, de VEth MJ, Santo NR, Gilbert RO, Butler WR, Bauman DE. 2007. Evaluation of the mechanism of action of conjugated linoleic acid isomers on reproduction in dairy cows. J. Dairy Sci. 90:4253-4264.

Cervantes EF, Santoyo CH, Álvarez MA. 2001. Lechería Familiar: Factores de éxito para el negocio: Primera Edición. México: Plaza Valdez.

Cheng Z, Elmes M, Kirkup SE, Abayasekara DRE, Wathes DC. 2004. Alteration of prostaglandin production and agonist responsiveness by n-6 polyunsaturated fatty acids in endometrial cells from late gestational ewes. J Endocrinol; 182:249–256.

de Veth MJ, Bauman DE, Koch W, Mann GE, Pfeiffer AM, Butler WR. 2009. Efficacy of conjugated linoleico acid for improving reproduction: A multi-study analysis in early-lactation dairy cows. J. Dairy Sci. 92:2662-2669.

Estrada CE, Espinosa MMA, Vera AH, Villagómez AE, Villaseñor GF, De la Torre SJF. 2010. Relación entre la condición corporal, producción de leche y la concentración de ácidos grasos no esterificados en el posparto temprano de vacas bajo el sistema familiar en Jalisco. Memoria de la XXII Semana Internacional de Agronomía FAZ- UJED.

Mattos R, Staples CR, Thatcher WW. 2000. Effects on dietary fatty acids on reproduction in ruminants. Reviews of reproduction. 5: 38-45.

Moreno MM, Estrada CE, Villagómez AME, Ramírez HR, Vera AHR, Gutiérrez AC.2012. Efecto de los CLA sobre la producción, composición de la leche y la condición corporal de vacas del sistema familiar en Jalisco. XLVIII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Querétaro.

Odens LJ, Burgos R, Innocenti M, VanBaale MJ, Baugard LH. 2007. Effects of varying doses of supplemental conjugated linoleic acid on production and energetic variables during the transition period. J. Dairy Sci. 90:293-305.

Perfield JW, Bernal-Santos G, Overton TR, and Bauman DE. 2002. Effects of dietary supplementation of rumen-protected conjugated linoleic acid in dairy cows during established lactation. J. Dairy Sci. 85:2609–2617.

Ruiz, CJ, González AI, Anguiano CJ, Vizcaíno VI, Ibarra CD, Alcalá GJ, Espinosa VS, Flores LH. 2003. Estadísticas climatológicas básicas para el estado de Jalisco (periodo 1961-2000): Primera edición. Jalisco, México. Libro técnico Núm. 1. INIFAP-CIRPAC. 162-163.

Staples CR, Burke JM., Thatcher WW.1998. Influence of supplemental fats on reproductive tissues and performance of lactating cows. J. of Dairy Sci 81:856–71.

Taylor VJ, Cheng Z, Pushpakumara PG, Beever DE, Wathes DC. 2004. Relationships between the plasma concentrations of insulin-like growth factor-I in dairy cows and their fertility and milk yield. Vet. Rec. 155:583–588.

Nuñez HG, Vera AHR, Roman PH. 2009. Importancia y procesos en la producción de leche de bovino en México. Producción de leche de bovino en el sistema familiar. Primera edición.

Veracruz, México. Libro técnico Num. 24. INIFAP-CIRGOC. 117-143.

CARACTERIZACIÓN MOLECULAR DE LAS RAZAS DE MAÍZ DE MÉXICO

Díaz-García Luis Antonio[1], Legaria-Solano Juan Porfirio[2], Arellano-Arciniega Sergio[1]

[1]INIFAP-Aguascalientes, Km 32.5 Carretera Aguascalientes–Zacatecas, CP 20660, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes. (diaz.antonio@inifap.gob.mx) [2]Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5 Carretera México-Texcoco. CP 56230, Chapingo, Edo. de México.

INTRODUCCIÓN

La elucidación de la historia evolutiva del maíz (*Zea mays* L.) ha cautivado el interés tanto de antropólogos como de botánicos durante más de 100 años. Para responder a las interrogantes relativas a la evolución del maíz, estos científicos han dependido principalmente de los estudios pertinentes a la variación morfológica de los maíces modernos o de los efectuados en las razas arqueológicas. México, por ser centro de origen, constituye una gran fuente de variación genética de esta especie; esto permite contar con poblaciones de amplia variación sobre las cuales es posible aplicar programas de mejoramiento genético para evaluar el rendimiento de las mismas, o el de los materiales que de éstas se deriven.

Los primeros estudios documentados acerca del problema de la clasificación de las razas de maíz fueron realizados por (Lewis, 1899), quien catalogó la variación de los maíces que hasta el momento se conocían en seis grupos principales, de los cuales, cinco se basaban principalmente en la composición del grano. Estudios posteriores fueron realizados por (Chávez, 1913), quien describió 56 variedades con base en características morfológicas y agronómicas. En 1952, Wellhausen y colaboradores (Wellhausen et al., 1952) realizaron la primera clasificación natural de maíz basada en una colecta sistematizada de accesiones provenientes de toda la República Mexicana. En esta investigación se incluyen 25 razas, tres subrazas siete tipos aún desconocidos durante ese estudio. Hasta el momento, esta clasificación permanece vigente.

Recientemente, nuevas fuentes de evidencias moleculares se encuentran disponibles y han añadido información sustancial al entendimiento de la evolución y la diversificación de maíz. Además de la reciente publicación del genoma de la raza Palomero Toluqueño (Vielle-Calzada et al., 2009), algunos trabajos como el de (Reif et al., 2006) han ayudado enormemente a esclarecer el proceso evolutivo que ocurrió desde la aparición de las primeras formas de maíz y la manera en que el proceso de domesticación moldeó las razas que en la actualidad conocemos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sobre las razas de maíz evaluadas

El material evaluado constó de 32 razas de maíz proporcionadas por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMyT); cada una de las razas se conformó por la mezcla de tres accesiones de la misma raza, todas provenientes de diferentes partes de la República Mexicana. Las razas evaluadas fueron las propuestas por Wellhausen y colaboradores (Wellhausen et al., 1952), Arrocillo Amarillo, Blando de Sonora, Bolita, Cacahucintle, Celaya, Chalqueño, Chapalote, Comiteco, Complejo Serrano de Jalisco, Conejo, Cónico, Cónico Norteño, Dulcillo del Noroeste, Harinoso de Ocho, Jala y Maíz Dulce.

Purificación de ADN genómico y obtención de patrones RAPD

Para la obtención de los marcadores RAPD se usaron plántulas crecidas en invernadero. El ADN genómico se obtuvo mediante la técnica propuesta por (De La Cruz et al., 1997). Se probaron 20 iniciadores de la serie A (OPA01-OPA02) y 20 de la serie D (OPD01-OPD20), ambos de OperonTechnology. De los 40 iniciadores, se seleccionaron 14 con base en su patrón polimórfico. La amplificación de fragmentos tipo RAPD se realizó mediante PCR, con las siguientes condiciones de reacción: un ciclo a 94°C, 2 minutos; 38 ciclos (94°C por 30 segundos, 40°C por 30 segundos, 72°C por 90 segundos) y un ciclo final de 72°C por 2 minutos. La separación de los fragmentos se hizo mediante electroforesis en gel de agarosa al 1.2% (p/v) durante 3 horas a 85V. Las amplificaciones se realizaron por duplicado.

Análisis estadístico de la información

Cada una de las razas se comparó con base en un sistema de presencia/ausencia en los patrones de bandeo. Se asignó un valor de 1 para presencia de banda, y 0 para ausencia. Con estos datos, se elaboró una matriz de similitud entre razas utilizando el coeficiente de Jaccard (CITA) y el método de agrupamiento UPGMA (por sus siglas en ingles, *Unweighted Pair Group Method using Arithmetic Averages*), además, se realizaron los dendrogramas correspondientes y se analizó la estabilidad de los mismos. Se realizó un análisis de conglomerados para definir grupos y compararlos con los realizados en otras investigaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontró una proporción importante de bandas polimórficas.

De los 40 iniciadores probados, 18 no amplificaron y 22 mostraron evidencia de polimorfismo, de los cuales se seleccionaron 14 para evaluar los materiales. Éstos produjeron un total de 172 bandas, de las cuales 153 (88.95%) fueron polimórficas. La secuencia de los iniciadores seleccionados e información adicional se encuentra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Iniciadores de las series A y D de Operon utilizados en las reacciones de PCR.

Iniciador	Secuencia 3'-5'	% GC[a]	TBA[b]	BM[c]	BP[d]	% BP
A01	CAG GCC CTT C	70	8	5	3	37.5%
A02	TGC CGA GCT G	70	6	0	6	100.0%
A04	AAT CGG GCT G	60	11	4	7	63.6%
D07	TTG GCA CGG G	70	6	3	3	50.0%
A09	GGG TAA CGC C	70	7	1	6	85.7%
A10	GTG ATC GCA G	60	17	2	15	88.2%
A20	GTT GCG ATC C	60	8	1	7	87.5%
D05	TGA GCG GAC A	60	29	0	29	100.0%
D03	GTC GCC GTC A	70	12	0	12	100.0%
D18	GAG AGC CAA C	60	16	0	16	100.0%
D02	GGA CCC AAC C	70	15	0	15	100.0%
D11	AGC GCC ATT G	60	17	0	17	100.0%
D20	ACC CGG TCA C	70	13	0	13	100.0%
D08	GTG TGC CCC A	70	7	2	5	71.4%

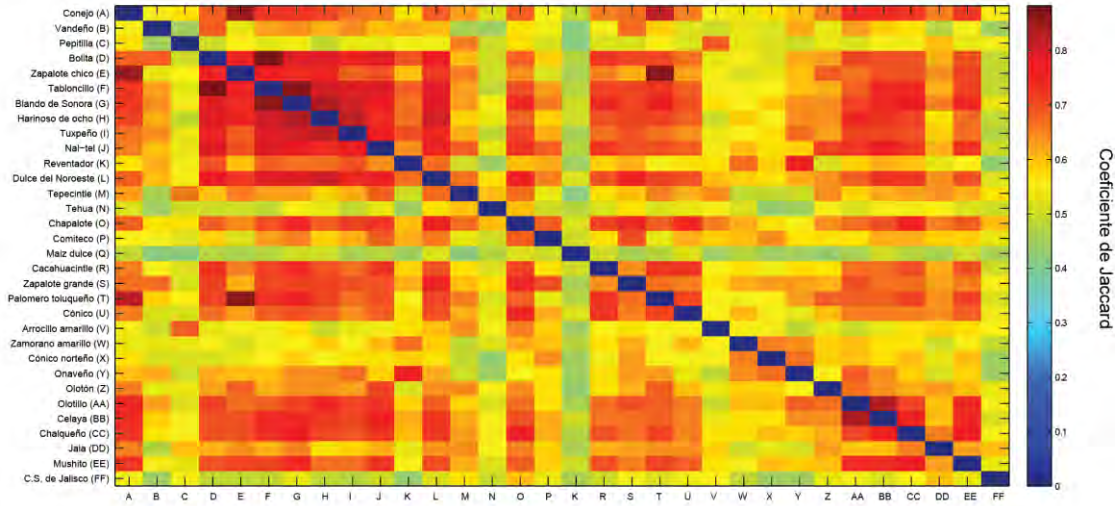
[a]*Porcentaje de guanina y citosina*
[b]*Total de bandas amplificadas*
[c]*Bandas monomórficas*
[d]*Bandas polimórficas*

Existe gran diversidad molecular a través de las razas de maíz evaluadas.

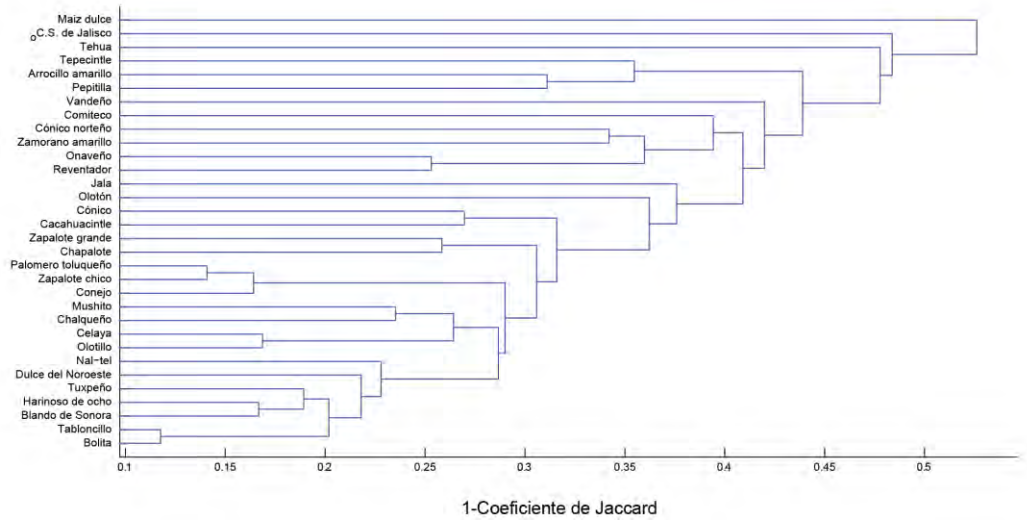
Los patrones RAPD fueron analizados y se utilizaron para construir un matriz de similitud entre las razas de maíz (Figura 1A). Con dicha matriz, se creó un dendrograma mediante UPGMA (Figura 1B). Según los coeficientes de Jaccard (CJ) obtenidos, las parejas de razas con mayor similitud son Tabloncillo y Bolita (CJ=0.88), Celaya y Olotillo (CJ=0.83), Palomero toluqueño y Zapalote chico (CJ=0.86), así mismo, estos dos son muy similares a la raza Conejo (CJ=0.84 y 0.82). Las razas que más divergieron del resto de las razas fueron Complejo Serrano de Jalisco y Maíz dulce, para éste último, para sólo 9 de las 31 comparaciones apenas se superó el CJ=0.5. El par de razas con la mayor disimilitud correspondió a Tepecintle y Maíz Dulce, con 0.41 de CJ.

Figura 1**.** Relaciones de similitud entre las 32 razas de maíz analizadas. **A.** Matriz de similitud entre razas de acuerdo al coeficiente de similitud de Jaccard. **B.** Dendrograma de clasificación de las razas de maíz evaluadas.

A



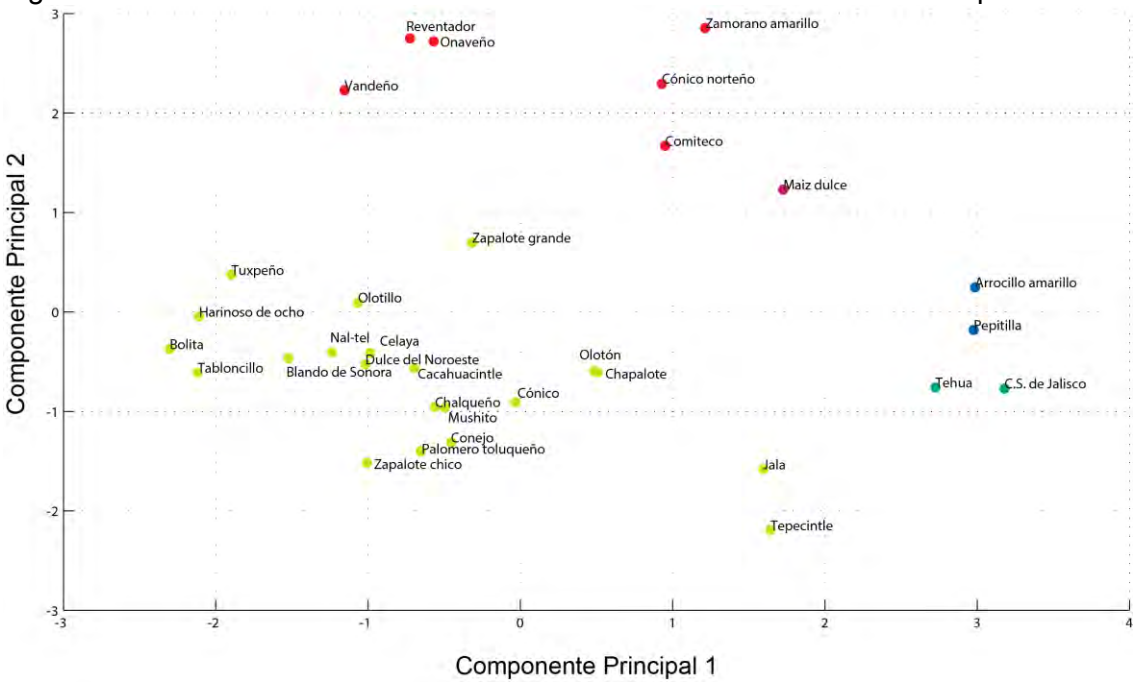
B



El dendrograma obtenido mediante UPGMA permite observar la formación de 10 grupos bien definidos. Los grupos formados por una sola raza corresponden a Maíz Dulce, Complejo Serrano de Jalisco, Tehua, Vandeño, Comiteco, Jala y Olotón. Un grupo incluyó a Tepecintle, Arrocillo Amarillo y Pepitilla. Otro grupo quedó conformado con Cónico Norteño, Zamorano Amarillo, Onaveño y Reventador. El grupo más numeroso fue de 17 razas, entre estas, Nal-Tel, Dulcillo del Noroeste, Tuxpeño, Blando de Sonora, Harinoso de Ocho, Bolita, Tablocincllo, Palomero Toluqueño, Zapalote Chico, Celaya, Olotillo, Chalqueño, Mushito, Chapalote, Zapalote Grande, Cacahuacintle y Cónico. Un análisis bootstrapping (no mostrado) señala una alta confiabilidad (conservado en el 100% de los remuestreos) referente al aislamiento del maíz

dulce del resto de las razas de maíz. De acuerdo con el análisis de componentes principales, los seis primeros componentes explican el 68.99% de la variación total; el 90% de la variabilidad total es explicada por 17 de los 31 componentes. El iniciador D-20 es el de mayor aporte respecto a la variabilidad registrada, pues en cuatro de los cinco primeros componentes principales se ubicó en el valor máximo. Los componentes en los que se registra son el 1, 2, 3 y 5, con los marcadores 1, 9 11 y 12, respectivamente. El mayor aporte en el componente principal 1 se dio por los marcadores 5, 9 y 11 de los iniciadores A-02, D-03 y D-20, respectivamente. Así mismo, el marcador 12 tanto de los iniciadores D-18 y D-20 mostraron la mayor variabilidad en el CP2.

Figura 2. Clasificación de las razas de maíz de acuerdo al Análisis de Componentes Principales.



En la Figura 2 se muestra una grafica bidimensional representando el ordenamiento de las razas. Considerando el Componente Principal 1, en el centro de la figura es posible localizar un grupo bastante compacto conformado por la mayoría de las razas (Celaya, Dulcillo del Noroeste, Zapalote Chico, Zapalote Grande, Palomero Toluqueño, Nal-Tel, Pepitilla, Arrocillo Amarillo, Jala y Complejo Serrano de Jalisco, entre otros) Al lado derecho de la gráfica se observa otro grupo formado por Reventador, Zamorano Amarillo, cónico Norteño y Onaveño. La raza Tehua se separó significativamente del resto de las razas. Por otro lado, según el segundo componente principal se evidencian tres grupos claramente separados, uno de ellos formado por las razas Complejo Serrano de Jalisco y Maíz Dulce, el segundo por las razas Vandeño, Onaveño y Reventador, y un tercero y muy compacto formado por el resto de las razas de maíz.

Wellhausen y colaboradores (Wellhausen et al., 1952) proponen diversas hipótesis acerca de las relaciones evolutivas existentes entre las razas de maíz de México. Estos autores soportaron sus hipótesis en la hibridación, es decir, concluyeron que la mayoría de las razas de maíz mexicanas surgieron a partir de la hibridación entre otras razas. Las conclusiones propuestas por estos autores se basaron solamente en el análisis genético de características morfológicas y al parecer no consideraron las condiciones primitivas y el grado de avance de dichas características. Los resultados obtenidos en la presente investigación y otros generados por diversos autores señalan algunas diferencias con las clasificaciones propuestas por (Wellhausen et al., 1952).

CONCLUSIONES

Se observaron diferencias significativas en la clasificación realizada con base en marcadores moleculares tipo RAPD respecto a otras clasificacione. Con base en similitudes y diferencias genéticas se obtuvieron diversas agrupaciones de razas, destacándose la alta similitud entre las razas Tabloncillo y Bolita, Palomero Toluqueño y Zapalote Chico, Blando de Sonora y Tabloncillo, Zapalote Chico y Conejo. El Maíz Dulce difirió significativamente en su constitución genética del resto de las razas evaluadas. Los iniciadores D-20, A-02, D-03 y D-20 dan el mayor aporte a la variabilidad registrada.

BIBLIOGRAFÍA

Benz, B. (1986). Taxonomy and evolution of Mexican maize. (Madison, Wisconsin, University of Wisconsin), p. 466.

Cervantes, S.T., Goodman, M.M., Casas, D.E., and Rawlings, J.O. (1978). Use of genetic effects and genotype by environmental interactions for the classification of Mexican races of maize. Genetics *90*, 339-348.

Chávez, E. (1913). El cultivo del maíz, Vol 74 (México: Direccion de Agricultura).

De La Cruz, M., Ramirez, F., and Hernadez, H. (1997). DNA isolation and amplification from cact. Plant Mol. Biol. Rep. *15*, 319-325.

Doebley, J.F. (1994). Morphology, Moleculares and Maize. In Corn & Culturein Prehistoric New Wolrd, S. Johannessen, and C. Hastorf, eds. (USA: Westview), pp. 101-112.

Goodman, M.M. (1972). Distance analysis in biology. Systematic Zoology *21*.

Lewis, S.E. (1899). Varieties of corn (Washington D. C.).

Reif, J.C., Warburton, M.L., Xia, X.C., Hoisington, D.A., Crossa, J., Taba, S., Muminovic, J., Bohn, M., Frisch, M., and Melchinger, A.E. (2006). Grouping of accessions of Mexican races of maize revisited with SSR markers. Theor Appl Genet *113*, 177-185.

Vielle-Calzada, J.P., Martinez de la Vega, O., Hernandez-Guzman, G., Ibarra-Laclette, E., Alvarez-Mejia, C., Vega-Arreguin, J.C., Herrera-Estrella, L.*, et al.* (2009). The Palomero genome suggests metal effects on domestication. Science *326*, 1078.

Wellhausen, E.J., Robertos, L.M., and Hernandez, E. (1952). Razas de maíz de Méxic, su origen, características y distribución. (Cambridge, MA.: Harvard University Press).

MÉTODOS DE SIEMBRA Y FERTILIZACIÓN EN CUATRO VARIEDADES DE FRIJOL TIPO FLOR DE MAYO Y FLOR DE JUNIO

Sergio Arellano Arciniega[1], Esteban Salvador Osuna Ceja[1], Luis Antonio Díaz García[1], Luis Reyes Muro[1], Mercedes Borja Bravo[1], Ernesto Martínez Reyes[1], Alejandro Hernández Escudero[1], Carlos Rojas Santillán[1], Arturo Corrales Suastegui[1]

[1] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, INIFAP, Km. 32.5 Carr. Aguascalientes-Zacatecas, Pabellón de Arteaga, Pabellón de Arteaga. Tel. 4659580167 E mail: arellano.sergio@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En condiciones de riego, en la región de Aguascalientes y en muchas áreas productoras del Altiplano semiárido templado del norte-centro de México, las variedades Flor de Mayo y Flor de Junio, clasificadas como preferentes en el mercado nacional, son las que se siembran con más frecuencia (Acosta-Díaz *et al*., 2007). Hoy en día, es necesario incrementar la productividad y competitividad del cultivo de frijol. Para ello, es importante explorar nuevas formas de cultivar para determinar componentes del sistema de manejo que permiten a las nuevas variedades mejoradas de frijol tipo Flor de Mayo y Flor de Junio optimizar su rendimiento. Entre estos componentes se tiene el incremento de la densidad de población mediante la utilización de siembra en hileras angostas (Osuna *et al*., 2012). La producción de cultivos por planta tiende a disminuir, bajo una determinada población, a medida que se aumenta la densidad de las plantas dentro de la hilera (Alves *et al*., 2009, Osuna *et al*., 2012). Actualmente, la tendencia en las principales regiones productoras de frijol en México es acortar las distancias entre hileras y usar poblaciones más altas por unidad de área (CVTTS, 2004; CESL, 2004, Osuna *et al*., 2012).

Osuna *et al*., 2012, en Aguascalientes, encontró incrementos en rendimiento entre 40 y 45% en frijol sembrado en hileras a 40 cm (sistema en cama a triple hilera) en comparación con hileras separadas a 76 cm. Una revisión detallada de los ambientes donde se condujeron los trabajos anteriores revelaron que los rendimientos del frijol en hileras angostas superaron a aquellas en hileras convencionales siempre y cuando las condiciones de humedad y otros factores ambientales no fueron limitantes. Osuna *et al*., (2012), en dos años cuando la precipitación estuvo por debajo del promedio, en Aguascalientes, encontró diferencias ($p<0.05$) en los rendimientos de frijol sembrado a 20, 30 y 40 cm. Los rendimientos tendieron a aumentar en la medida que se reducía la distancia entre hileras. Sin embargo, sus resultados dependieron del ambiente, cultivar y prácticas de manejo (captación de agua *in situ*, fertilización). Considerando la integración de los componentes permiten que el cultivo desarrolle distintos niveles de cobertura sobre la superficie del suelo, que afectan de manera diferente el contenido de

humedad del suelo, el uso consuntivo y la disponibilidad de nutrientes en el suelo (Padilla *et al*., 2008; Osuna *et al*., 2007). En la medida en que se reduce la distancia entre hileras y se incrementa la distancia entre plantas se mantiene constante la densidad de plantación y es posible incrementar la cobertura vegetal aérea del cultivo y, consecuentemente reducir las pérdidas directas de agua por evaporación al cubrir más rápidamente el suelo, a través de la incorporación al sistema de producción, métodos de siembra que consideren altas densidades de plantas y genotipos compactos de maduración temprana (González *et al*., 2003, Alves *et al*., 2009**).** Los resultados citados se han obtenido en condiciones de temporal. En Aguascalientes se ha realizado poca investigación en este campo para la condición de riego por lo que es necesario observar en esta condición el comportamiento del frijol sembrado en hileras angosta (sistema de siembra en cama a tres hileras) combinado con dosis de fertilización química y biológica. En el manejo agronómico del cultivo de riego, la nutrición de la planta es un aspecto de suma importancia, ya que al realizarla es posible que el frijol manifieste un buen desarrollo y mejore el rendimiento y calidad del producto.

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de dos métodos de siembra y tres dosis de fertilización química y biológica, sobre la fenología, componentes de rendimiento y altura de planta de cuatro variedades frijol tipo Flor de Mayo y Flor de Junio bajo condiciones de riego.

MATERIALES Y METODOS

En 2013 se estableció un trabajo con frijol de riego en Cosío, Ags., México, sitio localizado a una altitud de 2006 msnm, donde se registraron 125 mm de precipitación en el ciclo de cultivo; la temperatura media fue de 19.5ºC y el ciclo de cultivo de 120 días (de Abril a finales de julio); el suelo es de 0.45 m de profundidad, con 1.0% de materia orgánica, textura franco-arenosa y pH ligeramente alcalino de 7.6, una pendiente de 1%, y el NPK de 19.7, 14.0 y 718 ppm, respectivamente, por tanto, se asume que la fertilidad del suelo en estudio es medianamente fértil. Los métodos de siembra estudiados fueron: siembra en hileras sencillas (convencional) separadas a 76 cm y siembra en cama a tres hileras (separadas a 40 cm entre hileras). Se usaron dos densidades de plantas: 90,000 y 145,000 plantas ha^{-1}. En el ensayo se utilizaron cuatro variedades mejoradas: Flor de Mayo Dolores, Flor de Mayo Eugenia, Flor de Junio León y Flor de Junio Dalia todos ellos proveniente del programa de mejoramiento genético de frijol del INIFAP.

El terreno se preparó con un paso de cincel para romper el surco del ciclo anterior y se rastreó antes de la siembra, el cultivo anterior fue maíz de riego. La siembra en suelo húmedo se realizó el 19 de abril. Para ello se utilizó un prototipo experimental de sembradora mecánica diseñada por el departamento de mecanización del Campo Experimental Pabellón, Ags. Esta permitió establecer los métodos de siembra con diferente distanciamiento entre líneas: convencional (hilera sencilla) y la siembra en cama a triple hilera; se depositó una semilla cada 12 cm en ambos casos para establecer las densidades de población consideradas en el trabajo. Las cuatro variedades fueron fertilizadas químicamente con dosis de N-P_2O_5-K_2O ha^{-1} de 00-00-00 y 40-60-30 y biológica donde la semilla fue inoculada al momento de la siembra con la cepa INIFAP *Glomus Intraradices,* a dosis de 350 g ha^{-1} de sustrato micorrízicos aplicado a la semilla, y el inóculo estuvo formado de suelo y trozos de raíces de sorgo micorrizados (75 % de colonización) como planta hospedera. Se aplicaron tres riegos de auxilio durante el desarrollo del cultivo.

En el ensayo a cada unidad experimental que consistió de 4 y 6 hileras de 100 m de longitud con una separación de 76 y 40 cm se le tomaron los siguientes datos de:

Suelo: Se tomaron muestras de suelo a 0-15 y 15-30 cm de profundidad y se enviaron al laboratorio para determinar textura, fertilidad (NPK), materia orgánica y pH antes de la siembra.

Planta: Se cuantificó el número de vainas por planta, número de granos por vaina (promedio de 5 plantas tomadas al azar dentro de las hileras centrales de cada variedad [Va] y métodos de siembra [Ms]) y peso de 100 semillas. El número de plantas m^{-2} se determinó dividiendo el número de plantas presentes en las hileras cosechadas en cada Va y Ms entre el área correspondiente. Todas las variables de planta se registraron en cinco segmentos de hilera de 2 metros de longitud escogidos al azar dentro de la unidad experimental. Para la determinación del rendimiento, dentro de cada unidad experimental se tomaron al azar cinco parcelas de 2 m de ancho por 2 m de longitud. La información de las características cuantificadas en el cultivo se analizó con base en un modelo de un criterio de clasificación con cinco repeticiones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variedades Flor de mayo Dolores y Eugenia presentaron un periodo de 51 días a floración y 93 días a madurez fisiológica, mientras que los Flores de junio Dalia y León florearon a los 54 días y llegaron a madurez fisiológica a los 104 y 108 días. Por otro lado, los cuatro materiales

no presentaron problemas de roya, ni de otros patógenos, los resultados del análisis de varianza (información no presentada) mostraron diferencias (P<0.05) entre métodos de siembra, genotipos y fertilización para el rendimiento y sus componentes (Tabla A). Se encontró respuesta significativa entre métodos de siembra. El rendimiento más alto se obtuvo con la siembra en cama con tres hileras, superando al método convencional o hilera sencilla. Los rendimientos promedios a través de las variedades y fertilización se pueden observar en el Tabla A. La diferencia representa un incremento de 179% a favor de la siembra en cama con triple hilera. Este mismo orden se observó en los componentes del rendimiento peso de cien semillas y número de vainas por planta, aunque solo se encontró diferencias significativa al 5%, en peso de cien semillas, en el análisis combinado. La modificación del método de siembra a tres hileras favoreció el rendimiento del cultivo, con respecto a las variedades de frijol tipo flor de mayo (Dolores y Eugenia) y flor de junio (Dalia y León), no se encontró diferencia (P<0.05), cuyos promedios de rendimiento a través de la fertilización y métodos de siembra se muestran en la (Tabla A). La respuesta a la aplicación de fertilización (química y biológica) fue significativa con respecto a la no fertilización, con promedios a través de métodos de siembra y variedades (Tabla A). En relación al peso de cien semillas y el número de vainas por planta se observó que el nivel de cero fertilización es el factor que reduce más estos parámetros, alrededor de un 35 y 52 % para el número de vainas por planta y de 3.6 y 7.0 % para el peso de cien semillas en comparación con la fertilización biológica y química, respectivamente (Tabla A).

Tabla A. Rendimiento de frijol riego de dos métodos siembra, cuatro variedades y tres tratamientos de fertilización CEPAB-AGS.2013.

Factores de Evaluación	RG (t ha^{-1})	NVP	PCS
	Método de Siembra		
Siembra a hilera sencilla	518.22 b	10.42	33.62 b
Siembra a triple hilera	1448.92 a	12.23	35.72 a
Media	**983.57**	**11.33**	**34.69**
DMS$_{05}$	**188.77**	**ns**	**1.3259**
	Variedades		
Flor de Mayo Dolores	1030.42	10.56	32.65 b
Flor de Mayo Eugenia	938.95	10.83	34.96 a
Flor de Junio León	981.33	12.47	36.10 a
Flor de Junio Dalia	983.58	11.43	35.05 a
Media	**983.57**	**11.33**	**34.69**
DMS$_{05}$	**ns**	**ns**	**1.6443**
	Fertilización		
Química	1092.01 a	13.37 a	35.86 a
Micorriza	1012.80 a	11.83 a	34.72 ab
Testigo	845.89 b	8.77 b	33.50 b
Media	**983.57**	**11.33**	**34.69**

DMS_{05}	**165.91**	**3.0471**	**2.0574**

NVP-número de vainas por planta, PCS-peso de cien semillas, RG- rendimiento de grano

Como lo constatan los resultados, los incrementos en el rendimiento del frijol en Aguascalientes no se debió exclusivamente al desarrollo de las nuevas variedades (i.e. al mejoramiento genético), sino también a los avances en el manejo agronómico del cultivo. Aunado al desarrollo de variedades deben afinarse las prácticas agronómicas sobre todo al considerar que las variedades de diferente hábito de crecimiento y ciclo de cultivo requieren diferentes cantidades de insumos. Así mismo, diferentes prácticas asociadas a la preparación del suelo y la siembra del cultivo. Disminuir la distancia entre líneas de siembra y aumentar la densidad de plantas permiten aumentar el rendimiento de frijol (Osuna *et al*., 2012). Con la siembra a triple hilera se incrementó el rendimiento de grano de frijol en más de 0.9 t ha^{-1} al manejar una densidad de población de 140,000 plantas ha^{-1}; mientras que con el surcado a 0.76 m, los incrementos fueron mínimos con una densidad de al menos 90,000 plantas ha^{-1} (Figura 1).

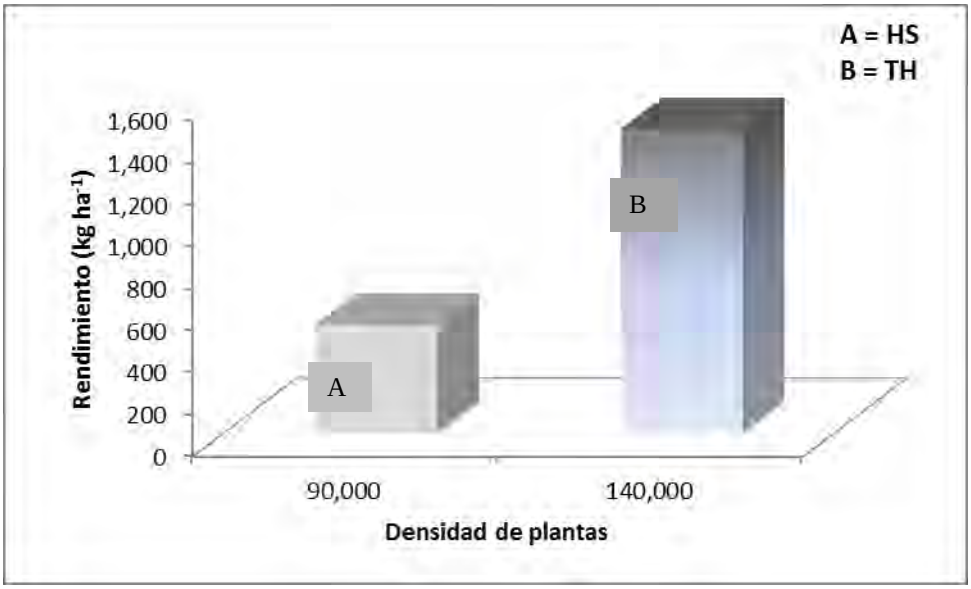


Figura 1. Respuesta del cultivo de frijol al incremento de la densidad de plantas y método de siembra.

Para rendimientos relativos de las variedades en los dos sistemas de siembra utilizados, se encontró un aumento del 311% para Flor de junio Dalia en la siembra en cama con tres hileras en comparación con la siembra convencional, y del 281, 268 y 263% en la siembra a triple hilera para Flor de Mayo Eugenia, Flor de Mayo Dolores y Flor de Junio León, respectivamente.

CONCLUSIONES

Las variedades tipo Flor de Mayo y Flor de Junio mostraron poca variación en la duración de las etapas vegetativa y reproductiva, en respuesta a las condiciones ambientales encontradas durante el ciclo de cultivo. Su adaptación resultó en rendimientos aceptables, al menos para el método de siembra en cama con tres hileras de primavera bajo condiciones de riego. Los cuatro genotipos evaluados producen más en líneas con espaciamiento estrecho (40 cm entre líneas) y alta densidad de población.

Las diferencias de rendimiento entre genotipos de diferente precocidad y grado de desarrollo vegetativo, son similares al reducir la distancia entre surcos y la respuesta de la aplicación de fertilización química y biológica fue significativa con respecto al cero nivel de fertilización (testigo absoluto).

BIBLIOGRAFÍA

Acosta-Díaz, E., M.D. Amador-Ramírez, José Saúl Padilla-Ramírez, J. Patrocinio Gómez-Delgado y Heladio Valdez-Montoya. 2007. Biomasa y rendimiento de frijol tipo flor de junio bajo riego y sequía. Agric. Téc. Méx. 33 (2) 153-162.

Alves, A.F., J.B. Andrade M., M.B. Viera, N. y M.P. Rezende. 2008. Grain yield of four new cultivars base don plant density. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative. 51:242-243.

Campo Experimental San Luís, 2004. El cultivo de frijol de riego a doble hilera en el Altiplano Potosino. Tecnología No. 9. Catalogo de Productos y Servicios. CESL-CIRNE-INIFAP.

Centro de Validación y Transferencia de Tecnología de Sinaloa, A.C. 2004. Validación de métodos de siembra para alta productividad de maíz y frijol en el norte de Sinaloa. 8p.

González S. E.; Braud, I.; Thony, J.L.; Vauclin, M.; Bessmoulin, P. y Calvet, J.C.A. 2003. Evidencia experimental de la reducción de la evaporación del suelo por la presencia de un lecho natural de residuos vegetales. Ingeniería Hidráulica en México. Vol. XVIII (4).

Osuna-Ceja, E.S., Luis Reyes-Muro, José S. Padilla-Ramírez y Miguel A. Martínez-Gamiño. 2012. Rendimiento de frijol Pinto Saltillo en altas densidades de población bajo temporal. Agric. Téc. Méx. 3(7): 1389-1400.

Osuna-Ceja, E.S., J.S. Padilla-Ramírez, M.A. Martínez-Gamiño, E. Martínez-Meza, y J.A. Acosta-Gallegos. 2007. Componentes tecnológicos y fórmulas integrales para el cultivo de frijol de temporal en el altiplano de México. Campo Experimental San Luis. CIRNE-INIFAP. San Luís Potosí, México. Folleto Científico Núm. 1. 23p.

Padilla-Ramírez, J.S., J.A. Acosta-Gallegos, E. Martínez-Meza, E.S. Osuna-Ceja, y M.A. Martínez-Gamiño. 2008. Respuesta del frijol a la sequía. 96-111p. *In*. Martínez, G. M.A., E.S. osuna C., J.S. Padilla R., J.A. Acosta G. y C Loredo O. (ed). Tecnología para la producción de frijol en el Norte Centro de México. Libro Técnico No. 4. Campo Experimental San Luís CIRNE-INIFAP. 206p.

DISTRIBUCIÓN Y USO POTENCIAL DEL GERMOPLASMA DE OLIVO PARA LAS ZONAS ÁRIDAS DE MÉXICO.

Miguel Angel Perales de la Cruz[1], Miguel Angel Perales Vega[2], Ma Guadalupe Escobedo Carrillo[3], Cesar Fernando Perales Vega[2], Felipe García de León[3], Ma Cristina Torres[3] y Samuel Colín Miranda[4].

INTRODUCCIÓN

En 1492, España inicio la difusión del olivo en América, inicialmente de Sevilla partieron los primeros olivos hacia las Antillas y después al continente americano y entre los siglos XVI y XVII se distribuyeron por México llegando hasta California y hoy es posible encontrar el olivo cultivado en distintas regiones de Perú, Chile y Argentina.

El olivo fue traído a México en 1531 por Fray Martín de Valencia, siendo Tulyehualco en el estado de México el primer lugar de toda América en cultivarlo. Posteriormente se hicieron plantaciones en Texcoco, Chalco y más tarde, en Ameca, Jalisco y Baja California donde debido a que se reunían las condiciones propicias para estas plantaciones, los árboles se desarrollaron estupendamente, a grado tal que se formó una franja de olivo de más de dos kilómetros de longitud en la ribera del lago de Xochimilco; donde a la fecha, aún se conservan dos grandes zonas de estos históricos árboles, una al oriente llamada Olivar de Santa María y la otra al poniente conocida como Olivar de las Ánimas (Perales, *et al*, 2012).

Sin embargo, la proliferación de este árbol fue tal y la producción llegó a ser tan importante que despertó el celo de la Corona de España. El temor a la competencia hizo que Carlos IV firmara la Cédula Real del 17 de enero de 1774, por la que encargaba a todos los virreyes no plantar viñedos ni olivos en México.

Pero el temor no terminó ahí y no conforme con la prohibición hecha, expidió una nueva cédula en 1777 en la que ordenaba la completa destrucción de todos los olivos existentes en México, situación sin duda que influyó en el estancamiento que se registra en el cultivo del olivo en la Nueva España y por consiguiente en el México actual (Delegación Xochimilco ,2009).

De aquella destrucción masiva de olivos, escaparon algunos ejemplares que aún existen y que datan de los siglos XVI al XVII, los cuales junto con algunos ejemplares sobrevivientes de las plantaciones realizadas por la Comisión Nacional del Olivo entre 1955 y 1970, representan una oportunidad para evaluar su potencial como cultivo y seleccionar germoplasma adecuado para la formación variedades locales que permitan hacer de la olivicultura mexicana una actividad rentable, para el desarrollo de las áreas rurales de las zonas áridas y semiáridas de México.

El objetivo de la presente investigación fue: Definir la distribución de olivos sobrevivientes de las zonas áridas del centro-norte de México y seleccionar germoplasma con uso potencial de cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló durante el periodo 2010-2012 en los estados de Oaxaca, Puebla, Tlaxcala, Estado de México, D.F., Michoacán, Hidalgo, Guanajuato, San Luis Potosí, Aguascalientes, Jalisco, Zacatecas, Durango, Coahuila, Chihuahua y Tamaulipas.

La metodología de trabajo para lograr tener la ubicación de los árboles de olivo existentes en los 16 estados, consistió en planear y desarrollar dos etapas de trabajo:

Etapa 1. Visitas y entrevistas con personal de instituciones gubernamentales.

Etapa 2. Recorridos de campo

La etapa 1, se desarrolló mediante una programación calendarizada de visitas a las instituciones gubernamentales y asociaciones de productores para preguntar sobre el conocimiento de la existencia de árboles de olivo en cada estado y la ubicación de los mismos, información con la cual se diseñó una ruta de recorrido de verificación.

La etapa 2, consistió en realizar un recorrido diseñado por los 16 estados verificando la presencia de los árboles de olivo mencionados y encuestando a los habitantes del lugar para solicitar información puntual sobre la existencia de más árboles de olivo de traspatio que posiblemente no estuvieran registrados. Posteriormente, una vez que se llegó a los árboles reportados, se procediendo a registrarlos en un padrón de propietarios, donde se registró su ubicación geográfica (latitud N y longitud W), altitud sobre nivel del mar utilizando un geoposicionador satelital (MAGELLAN) y estado físico de los árboles, para seleccionar las muestras de árboles a estudiar su fenología. La selección del material genético se realizó en base a la edad de los ejemplares, vigor, sanidad, floración tardía, rendimiento de aceituna y rendimiento de aceite virgen extra.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los 16 estados muestreados, se detectaron un total de 9752 árboles de olivo en 183 sitios diferentes. Se corroboró que los árboles de mayor antigüedad se ubican en el Distrito Federal en la Delegación de Santiago Tulyehualco en el parque ecológico Bicentenario “Los Olivos” y en Michoacán en el ex-convento de Tinzutntzan (Figura 1), con ejemplares de perímetros de tronco promedio de 4.3 a 6.8m (Perales et al 2011).

Figura 1. Primeros árboles de olivo introducidos a México por Vasco de Quiroga (izquierda) en Michoacán y Fray Martín de Valencia (derecha) en el Distrito Federal.

La dispersión de los olivos detectados se registró en un rango altitudinal comprendido entre los 799msnm en el estado de Chihuahua hasta los 2525msnm en Lázaro Cárdenas, Tlaxcala, prevaleciendo una altitud promedio de 1800 a 2000msnm donde se ubicó el 73% de la población general de olivos.

En el 27.34% de los árboles detectados, no se ha observado floración ni fructificación por parte de los propietarios; el 4% registró floración en el mes de enero, 32.85% en el mes de febrero, 26.21 en marzo y 9.6% en el mes de abril; las etapas de maduración de aceituna para obtención de aceite de oliva va desde el mes de julio y agosto en el estado de Hidalgo; agosto a noviembre en los estados de Aguascalientes, Guanajuato, Jalisco, San Luis Potosí, Oaxaca, Chihuahua, Durango, Michoacán y Coahuila y de octubre a diciembre en los estados de Zacatecas, estado de México, Distrito Federal y Tlaxcala. De los olivos detectados con floración, el 42% presenta caída de flor hasta en un 90% debido a falta de polinizadores.

Los tipos de fruto y hojas representativos de los olivos detectados se agrupan en los siete grupos que se muestran en la Figura 2, observándose hojas desde alargadas a ovaladas con frutos alargados a redondos.

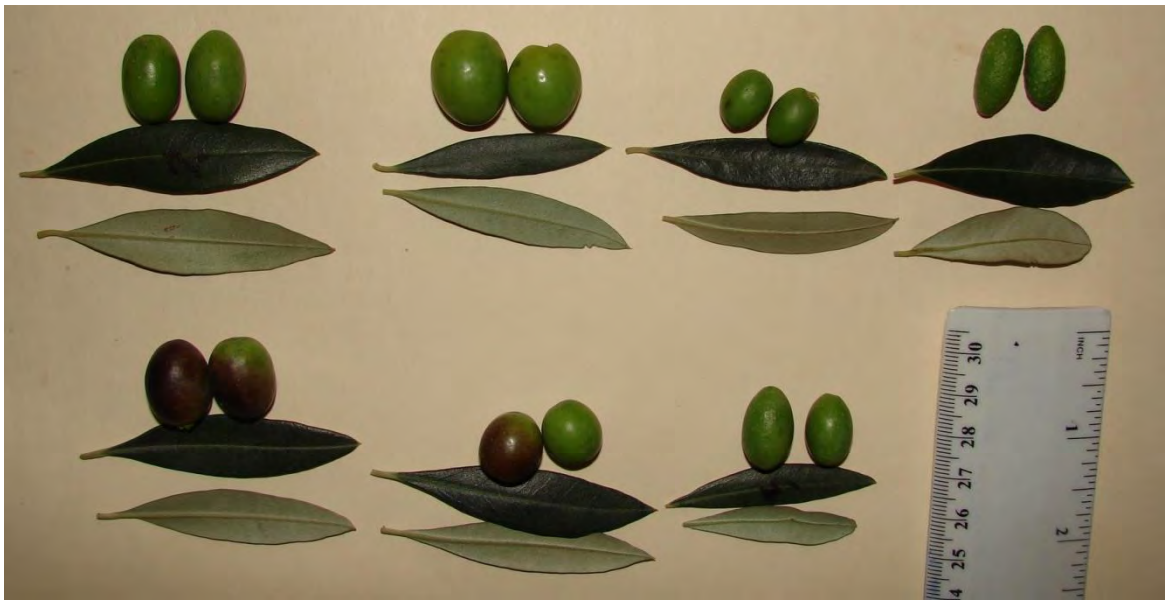


Figura 2. Tipos de hojas y frutos representativos de los olivos existentes en las zonas áridas de México.

Preliminarmente se procedió a seleccionar un grupo de 12 materiales en base a criterios de floración intermedia-tardía, bajo índice de alternancia, rendimiento de aceituna y rendimiento de aceite de oliva virgen extra (Cuadro 1), los cuales provienen de regiones ubicadas entre los 1800 y 2000msnm y temperatura media anual de 20 a 22°C.

En general se observa que la distribución de olivos no cultivados sobrevivientes en México, cubre la zona conocida como ruta de la plata o “Camino Real Tierra Adentro”, relacionada con los principales centros de trabajo y comercio dominados por los patrones de ascendencia española, árabe y libanes, quienes introdujeron los materiales de olivo que más les agradaban propiciando una amplia variación en ciclo de cultivo, forma de fruto y adaptación a diferentes climas y zonas agroecológicas de México como lo reporta Perales *et al,* (2012).

CONCLUSIONES

Se detectaron ejemplares de olivo con una amplia variación en fechas de floración, maduración y rendimiento, seleccionado material genético de floración intermedia a tardía, bajo índice de alternancia y alto rendimiento de aceituna.

Cuadro 1. Preselecciones de olivo adaptados a las condiciones de las zonas áridas del norte-centro de México.

Sel.	Estado	Localidad	Floración	Maduración	Rendimiento Kg/árbol
1	Aguascalientes	San Carlos	Mar-Abr	Sep	123
2	Aguascalientes	Granja Yola	Abr	Ago	154
3	Aguascalientes	Palo Alto	Abr	Sep-Oct	98
4	Aguascalientes	Rincón de Romos	Mar-Abr	Sep-Oct	110
5	Zacatecas	Jaula de abajo	Abr	Oct	78
6	Zacatecas	Rancho El Trébol	Mar-Abr	Oct	94
7	Zacatecas	Prim. Margarita Maza de Juárez	Abr	Nov-Dic	86
8	Zacatecas	Prim. Margarita Maza de Juárez	Abr	Nov-Dic	78
9	Durango	Gómez Palacio	Mar-Abr	Sept	81
10	Jalisco	Guadalajara	Mar	Oct	75
11	Jalisco	Encarnación de Díaz	Mar	Oct	80
12	Coahuila	Torreón	Abr	Oct	93

BIBLIOGRAFÍA

Delegación Xochimilco 2009. Feria de la alegría y el olivo en el pueblo de Santiago Tulyehualco. Obtenido el 16 de marzo del 2009. http://www.xochimilco.df.gob.mx/tradiciones/ferias

Perales, C.M.A., M.A. Perales V., M.G. Zacatenco, G. y V. Melero M. 2011. Hidrocálida. Primer variedad de olivo para las zonas áridas de México. En: III Congreso Internacional Agrociencias 2011, La Habana Cuba. 19 al 21 de Octubre de 2011.

Perales**,** C.M.A., R.L. Grijalva, E. González G. J.S. Padilla R. y J.M Caballero. 2012. Following olive footprints in Mexico. In: El-Kholy, M., D. Avanzato, J.M. Caballero, K. S. Chartzoulakis, F. Vita S y E. Perri. 2012. FOLLOWIN OLIVE FOOTPRINTS (*Olea europea* L.) Cultivation and Culture, Folklore and History, Traditions and Uses. AARINENA-IOC-ISHS. ISNN 1813-9205, ISBN 978 90 6605 734 0.

EVALUACIÓN DE LA ALBAHACA (*Ocimum basilicum* L) BAJO CONDICIONES DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN CASA SOMBRA.

José Luis Puente-Manríquez[1‡□], Ely Ponce-Hernández[2], Reina Toledo-Estrada[2,] José Ambrocio Bravo-Salas[3], Alejandro Moreno-Reséndez[1□], José Simón Carrillo-Amaya[1], Juan de Dios Ruiz-De la Rosa[1]

[1]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna. □Integrantes del Cuerpo Académico de Sistemas Sustentables para la Producción Agropecuaria (CASISUPA) de la UAAAN. Clave: UAAAN-CA-14, [2]Estudiante del Programa Docente de Ingeniero en Agroecología, [2]Estudiante del Programa Docente de Ingeniero Agrónomo.

‡Autor por Correspondencia: jose.puente@uaaan.mx y puente2154@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Las plantas medicinales y aromáticas forman parte del grupo de productos más rentables. Su producción presenta una alternativa viable y su demanda se incrementa progresivamente tanto a nivel nacional como internacional al dirigirse a nichos de mercado de alto poder adquisitivo. (Zamorano 2004). El mercado mundial de la industria farmacéutica, incluyendo medicamentos a partir de precursores a base de plantas y registrados como plantas medicinales, contribuye con 44.000 millones de dólares. Los productos herbarios de belleza componen los restantes 14.000 millones de dólares del mercado (Burfield 2008). La producción orgánica de plantas aromáticas y medicinales es incipiente a pesar de que están incluidas en la categoría de productos orgánicos de exportación, la producción de albahaca orgánica es la actividad económica más rentable en la rama agrícola de Baja California Sur. La albahaca orgánica de este estado se comercializa en los Estados Unidos de América y en otros países donde prevalece la cultura de la producción y consumo de alimentos y otros productos derivados de cultivos orgánicos. A la albahaca se le reconoce por contener un número de compuestos orgánicos únicos en sus hojas que favorecen la salud humana (Juliani y Simón, 2002), Los estados de Morelos, Baja california sur, estado de México, Oaxaca, puebla y Tlaxcala son los principales productores de hierbas aromáticas de exportación, alguna de ellas bajo certificación orgánica (Pérez, 2009). La Albahaca *(Ocimum basilicum L)* es una especie de la familia labiadas. Planta herbácea, anual, de tallo ramificado, que alcanza una altura de 30-50 cm, Las hojas miden de 2 a 5 cm, son suaves, oblongas, opuestas, pecioladas, lanceoladas y ligeramente dentadas (Benito y Chiesa, 2000). Es una de las plantas aromáticas que se clasifican por la composición química de su aceite (Sánchez et al., 2000). También es conocida como albahaca dulce, como una hierba medicinal. Los diferentes componentes de albahaca se usan como remedios para el tratamiento de trastornos tales como ocular viral, infecciones respiratorias y hepáticas. Sus aceites esenciales de la albahaca se muestran como una actividad contra la amplia gama de bacterias,

hongos y parásitos. (Chiang et al., 2005). La albahaca (*Ocimum basilicum)* es una de las hierbas aromáticas más consumidas a nivel mundial, por sus propiedades y peculiar aroma ha sido ampliamente usada en el área fitosanitaria, jabonería, perfumería y por supuesto, en el área alimentaria. El género *Ocimum* está representado por más de 150 especies y tiene una amplia distribución geográfica por todas las regiones de clima tropical y subtropical (Balyan 1988). La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro a iniciado la investigación en especies medicinales y aromáticas y el presente estudio fue con el propósito evaluar el efecto de la fertilización orgánica sobre el crecimiento y el rendimiento de la producción de biomasa de la albahaca en función de la fertilización así como el determinar los niveles de nutrientes al follaje en función de la fertilización.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se desarrolló durante el ciclo agrícola primavera-verano 2012 en el sombreadero del departamento de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) Unidad Laguna Torreón, Coahuila, México, ubicado en los meridianos 25° 33´ 23´´ N y 103° 21´59´´ W. Los cinco tratamientos de fertilización orgánica a evaluar fueron T1 = 50% Arena + 50% Composta natural, T2 = 50% Arena + 50% Composta con el 10 % Componente mineral, T3 = 50% Arena + 50% Composta con el 20 % Componente mineral, T4 = 50% Arena + 50% Composta con el 10% Comp. Mineral + 20% Humus, T5 = 50% Arena + 50% Composta con el 20% Comp. Mineral + 20% Humus. Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con cinco tratamientos con tres repeticiones, seis plantas por tratamiento dando como resultado un total de 90 unidades experimentales. Los datos resultantes fueron sometidos a análisis de varianza con el programa estadístico SAS versión 2004. Las pruebas de comparación múltiple de medias (DMS P≤ 0.5).

El trasplante se llevo a cabo el 14 de agosto de 2012, se trasplantó la plántula de albahaca en bolsa de 22x 22 cm, bajo un riego por goteo y. Las variables evaluadas fueron Longitud del Tallo cm, Longitud de la Raíz (cm), Peso Fresco del Follaje (gr), Peso Fresco de la Raíz (gr), Peso Seco del Follaje (gr). Peso Seco de la Raíz (gr), para conocer el comportamiento de los sustratos orgánicos sobre el desarrollo del cultivo. Se determinó los nutrientes del follaje seco de la albahaca por tratamiento en el laboratorio de suelos de la UAAAN.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a las variables estudiadas (Cuadro 1), se pudo observar que en la longitud del tallo la albahaca se comporto sin diferencias significativas no así la de la raíz en el que el T5 = 50% Arena + 50% Composta con el 20% Comp. Mineral + 20% Humus fue superior, el peso fresco del follaje se mantuvo los tratamientos similares sin embargo en el peso fresco de raíz el T1 = 50% Arena + 50% Composta natural fue superior, en cuanto al peso seco del follaje y de la raíz estas dos variables fueron superiores y diferentes al resto en el T1 = 50% Arena + 50% Composta natural.

En el Cuadro 2 las variables de estudio longitud del tallo, longitud de la raíz, peso fresco del follaje, peso fresco de la raíz y peso seco de la raíz los tratamientos se comportaron sin diferencia significativa no así en la variable peso seco del follaje donde en las comparaciones de las medias obtuvieron significancia siendo el tratamiento 1 el que obtuvo el valor más alto. Al observar el crecimiento en todas sus variables de los 30 a los 60 días se puede apreciar que el desarrollo en estas etapas es lento favoreciendo el sistema radicular principalmente.

Cuadro 1. Comparación de medias de variables de rendimiento del cultivo de albahaca (*Ocimum basilicum* L) a los 30 días después del trasplante. Torreón 2012

Tratamiento	Longitud Tallo cm.	Longitud Raíz cm.	Peso Fresco Follaje gr.	Peso Fresco Raíz gr.	Peso Seco Follaje gr.	Peso Seco Raíz gr
T1	12.7 a	5.0 b	1.07 a	1.10 a	0.33 a	0.37 a
T2	7.3 a	6.3 ab	0.87 a	0.37 ab	0.27 ab	0.13 ab
T3	8.2 a	5.5 ab	0.46 a	0.23 b	0.17 bc	0.10 b
T4	13.0 a	5.2 ab	1.03 a	0.53 ab	0.23 abc	0.17 ab
T5	7.7 a	6.5 a	0.57 a	0.87 ab	0.13 c	0.27 ab

T1 = 50% Arena + 50% Composta natural, T2 = 50% Arena + 50% Composta con el 10 % Componente mineral,
T3 = 50% Arena + 50% Composta con el 20 % Componente mineral, T4 = 50% Arena + 50% Composta con el 10% Comp. Mineral + 20% Humus,
T5 = 50% Arena + 50% Composta con el 20% Comp. Mineral + 20% Humus

Cuadro 2. Comparación de medias de variables de rendimiento del cultivo de albahaca (*Ocimum basilicum* L) a los 60 días después del trasplante. Torreón 2012

Tratamiento	Longitud Tallo cm.	Longitud Raíz cm.	Peso Fresco Follaje gr.	Peso Fresco Raíz gr.	Peso Seco Follaje gr.	Peso Seco Raíz gr
T1	14.00 a	8.50 a	2.03 a	1.17 a	0.37 b	0.40 a
T2	16.50 a	9.83 a	3.27 a	1.83 a	0.60 ab	0.73 a
T3	12.00 a	6.67 a	2.90 a	1.63 a	0.57 ab	0.50 a
T4	14.17 a	8.83 a	4.47 a	2.37 a	0.90 a	0.90 a
T5	14.83 a	8.50 a	3.23 a	1.07 a	0.40 ab	0.37 a

T1 = 50% Arena + 50% Composta natural, T2 = 50% Arena + 50% Composta con el 10 % Componente mineral,
T3 = 50% Arena + 50% Composta con el 20 % Componente mineral, T4 = 50% Arena + 50% Composta con el 10% Comp. Mineral + 20% Humus,
T5 = 50% Arena + 50% Composta con el 20% Comp. Mineral + 20% Humus.

En el Cuadro 3 se presentan las comparaciones de medias de las variables estudiadas de la albahaca a los 90 días después del trasplante, en este cuadro se aprecia un crecimiento muy importante en su longitud del tallo y de la raíz en todos los tratamientos sin embargo todos

fueron no significativos en la longitud del tallo no así en la longitud de raíz siendo el de mayor valor el tratamiento T5 = 50% Arena + 50% Composta con el 20% Comp. Mineral + 20% Humus el cual fue también superior en su peso fresco follaje, peso fresco raíz y peso seco follaje y raíz.

Cuadro 3. Comparación de medias de variables de rendimiento del cultivo de albahaca (*Ocimum basilicum* L) a los 90 días después del trasplante. Torreón 2012

Tratamiento	Longitud Tallo cm.	Longitud Raíz cm.	Peso Fresco Follaje gr.	Peso Fresco Raíz gr.	Peso Seco Follaje gr.	Peso Seco Raíz gr
T1	53.00 a	20.00 ab	55.03 a	9.43 a	3.73 ab	1.07 ab
T2	55.33 a	21.33 ab	55.47 a	10.67a	4.33 ab	1.30 ab
T3	54.00 a	24.67 a	30.43 b	5.20 b	2.83 b	0.83 b
T4	51.00 a	15.33 b	29.43 b	5.40 b	4.03 ab	1.27 ab
T5	61.33 a	26.33 a	59.53 a	10.67 a	5.90 a	1.70 a

T1 = 50% Arena + 50% Composta natural, T2 = 50% Arena + 50% Composta con el 10 % Componente mineral, T3 = 50% Arena + 50% Composta con el 20 % Componente mineral, T4 = 50% Arena + 50% Composta con el 10% Comp. Mineral + 20% Humus, T5 = 50% Arena + 50% Composta con el 20% Comp. Mineral + 20% Humus

Los cinco tratamientos evaluados se comportaron muy similares en cuanto a la absorción de nutrientes mayores y menores siendo el mas alto en el total de nutrientes el T4 = 50% Arena + 50% Composta con el 10% Comp. Mineral + 20% Humus, tal como se puede observar en el cuadro 4.

Cuadro 4. **Resultados de análisis de nutrientes del follaje seco de albahaca en los tres cortes por tratamiento**

TRATAMIENTOS	Ca %	Mg %	Na %	Cu %	Fe %	Zn %	Mn %	N %	P %	TOTALES DE NUTRIENTES
T1	3.87	0.68	0.337	0.0172	0.276	0.047	0.056	4.52	0.65	10.4532
T2	4.07	0.65	0.145	0.0143	0.221	0.0339	0.062	5.97	1.07	12.2362
T3	4.21	0.76	0.43	0.0178	0.309	0.047	0.082	3.79	1.05	10.6958
T4	3.25	0.69	0.16	0.0147	0.219	0.0351	0.069	6.77	1.35	12.5578
T5	3.76	0.78	0.237	0.016	0.1885	0.0426	0.0585	5.74	0.97	11.7926

T1 = 50% Arena + 50% Composta natural, T2 = 50% Arena + 50% Composta con el 10 % Componente mineral, T3 = 50% Arena + 50% Composta con el 20 % Componente mineral, T4 = 50% Arena + 50% Composta con el 10% Comp. Mineral + 20% Humus, T5 = 50% Arena + 50% Composta con el 20% Comp. Mineral + 20% Humus

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente experimento podemos concluir que los cinco tratamientos de fertilización orgánica fueron muy similares en el comportamiento de las

variables estudiadas sin embargo los tratamientos T4 = 50% Arena + 50% Composta con el 10% Comp. Mineral + 20% Humus y T5 = 50% Arena + 50% Composta con el 20% Comp. Mineral + 20% Humus presentaron ligeros valores al resto. Esta investigación presenta este escenario de sistema de producción de casa sombra y la obtención de una especie medicinal bajo condición orgánica libre de contaminantes.

BIBLIOGRAFÍA

Balyan SS, Pushpangadan P. A study on the toxonomical status and geographic distribution of the Genus Ocimum. Pafai J 1988;13-9.

Benito, A.-P. y Chiesa, A. 2000. Especie de albahaca (ocimum basilium). Rev Fave 14**,** 19-28.

Burfield, T. 2008. Updated list of threatened aromatic plants used in the aroma & cosmetic industries. Cropwach publication, v. 1; pp 1-94

Chiang, L. C., NG, L. T., Cheng, P. W., Chiang, W., Lin, C. C. 2005. Resumen ocimum basilicum. Clin Exp Pharmacol Physiol, 32**,** 811-6.

Juliani, H. R. y J. E. Simon. 2002. Antioxidant activity of basil. pp. 575-579. *In:* J. Janick and A. Whipkey (Eds.). Trends in new crops and new uses. ASHS Press. Alexandria, VA, USA.

Lee, S.J., Umano, K., Shibamoto, T., Lee, K.G., 2005. Identification of volatile compo-nents in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties. Food Chem. 91, 131–137.

Pérez C.R. 2009. Frutas y hortalizas orgánicas de la red de mercados y tianguis orgánicos de México. Estudio del Sial. Claridades Agropecuarias 194:35-45.

Sánchez, G. E., Leal L. I., Fuentes H. L., Rodríguez F. C. 2000. Estudio Farmacognóstico de Ocimum basilicum l. (Albahaca Blanca). Rev Cubana, 34 (3)**,** 187-95.

Zamorano, U.J. 2004. Importancia y perspectiva de los productos no tradicionales. Claridades Agropecuarias 132**,** 3-19.

RESPUESTA ESTRAL Y OVULATORIA DE LAS OVEJAS DORPER X PELIBUEY JÓVENES Y ADULTAS ANÉSTRICAS ESTIMULADAS POR HEMBRAS EN CELO

Reséndiz-Hernández DS[1], González-Álvarez VH,[1] Rodríguez-Martínez R[1]., Robles-Trillo PA[1]., Arellano-Rodríguez G[1]., Meza-Herrera CA[2]., Mellado M[1]., Véliz-Deras FG[1] , De Santiago-Miramontes MA[1]

[1]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Periférico Raúl López Sánchez y Carretera a Santa Fe, C.P. 27054, Torreón Coah. [2]Universidad Autónoma Chapingo-URUZA Bermejillo Dgo.
angeles_desantiago@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

La especie ovina (*Ovis aries*) al igual que la caprina (*capra hircus*)se cuentan entre los primeros animales que fueron domesticados: la oveja para la producción de lana y carne, y la cabra para la de leche, carne y fibra. Sin embargo la población mundial de ovejas es aproximadamente tres veces mayor a la de cabras, una característica común en éstas dos especies es que algunas de sus razas ya sean originarias o adaptadas a latitudes templadas (>35º norte o sur) exhiben variaciones en su estacionalidad reproductiva y por lo tanto en su producción (Lindsay, 1991; Rivera *et al*., 2003; Delgadillo *et al*, 2004, Véliz *et al*., 2002). La reproducción de los caprinos en la Comarca Lagunera ha sido ya caracterizada y es bien conocido que las hembras caprinas locales presentan anestro estacional de marzo a agosto, mientras que en los machos el periodo de reposo sexual se extiende de enero a mayo (Delgadillo, 2010). La actividad sexual puede ser inducida durante la estación de anestro por bioestimulación (Veliz *et al*., 2002) por ejemplo, el introducir repentinamente un macho sexualmente activo en un grupo de hembras anéstricas puede estimular y sincronizar su actividad sexual (Caprinos; Walkden-Brown *et al*., 1994, Véliz *et al*., 2002, 2006, 2009, Ovinos; Rosa *et al*., 2000). Asimismo la estimulación producida por hembras en celo desencadena un fenómeno de activación sexual en los machos, vía feromonal y de conductas sexuales dando como resultado la presentación de celos y ovulaciones en las hembras anovulatorias sometidas a dicho fenómeno llamado “efecto hembra” (Zarco *et al*., 1995, Álvarez, *et al*., 1999). Recientemente ha sido demostrado que en el semidesierto mexicano (26°N) la presencia de hembras en celo estimula la actividad sexual y la gestación en las cabras próximas a iniciar la estación reproductiva (De Santiago-Miramontes *et al*., 2011), sin embargo no existen reportes del efecto que ejerce la presencia de hembras en celo en ovejas multíparas y nulíparas a mitad del anestro estacional, por lo que el objetivo del presente estudio fue determinar si un 20% de hembras estrogenizadas estimula la conducta sexual de hembras y machos de la cruza Dorper X Pelibuey en esta latitud.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del estudio

El estudio dio inicio el 19 de marzo de 2013 (día cero) en una explotación intensiva localizada en el semidesierto del norte de México (26° N), y se utilizaron ovinos cruzados de las razas Dorper x Pelibuey El clima es semidesértico, la temperatura máxima promedio es de 37 °C en mayo-junio y la mínima de 6 °C en diciembre-enero. El fotoperiodo de la región es de 13 h 41 min luz durante el solsticio de verano y de 10 h 19 min en el solsticio de invierno (Delgadillo *et al*., 1999).

Animales experimentales

Machos.

Se utilizaron ocho machos adultos cruza Dorper x Pelibuey que estuvieron siempre expuestos a las variaciones naturales del fotoperiodo de la región, y dos meses antes de iniciar el estudio fueron separados en un corral de 5 x 5 m, y se alimentaron con una dieta que cubría sus necesidades fisiológicas, sales minerales y agua a libre acceso.

Hembras.

Se utilizaron en total 103 hembras ovinas: 49 hembras eran nulíparas y 54 multíparas, todas anovulatorias y permanecieron aisladas de los machos dos meses antes del inicio del experimento. El 19 de marzo (día 0) fueron divididos en 4 grupos: dos grupos de nulíparas (Nulíparas estimuladas, n=25 y Nulíparas no estimuladas, n=24, con peso; 30±1.1 Kg y condición corporal; 2.9±0.1 semejantes) y dos grupos de multíparas (Multíparas estimuladas, n=30, y Multíparas no estimuladas, n=30, con peso 42 ±1.0 kg y condición corporal 3.2± 0.1 semejantes). Tanto hembras como machos fueron alimentadas con su dieta normal que consistía en esquilmos de maíz, sorgo, avena, revestimientos de ensilaje de los mismos ingredientes y residuos del procesamiento de maíz rolado.

Para descartar ovejas preñadas y cíclicas éstas fueron sometidas a revisión mediante ecografía transrectal (Aloka SSD-500) los días -21, -14 y -7. Con el objetivo de sincronizar a todas las hembras en el mismo estado fisiológico, del día -9 al -2 se les colocó a cada una de ellas una esponja intravaginal impregnada con acetato de fluorogestona (FGA; Chronogest® CR; Intervet), el día cero se inició el empadre colocando a cada grupo de hembras con sus respectivos machos y hembras ya fueran estrogenizadas o testigo.

Tratamiento de las hembras estimuladoras

A cada hembra estimuladora se le aplicaron 20 mg de progesterona como dosis única el día -8; esto se realizó con la finalidad de sensibilizarlas al estradiol y manifiesten el comportamiento

estral a corto plazo. Además se les aplicaron 2 mg de cipionato de estradiol por vía intramuscular cada tercer día, iniciando el día -6 y hasta el final del estudio.

Empadre.

El 19 de marzo (día 0) los cuatro grupos de hembras fueron expuestos a dos machos inactivos sexualmente (lo cual se registró mediante pruebas de comportamiento sexual como olfateos ano-genitales, flehemen, aproximaciones, intentos de monta, vocalizaciones). Además, uno de los dos grupos de hembras nulíparas y multíparas fue expuesto a cinco hembras estrogenizadas, mientras los dos grupos restantes se expusieron a cinco hembras testigo (no estrogenizadas). Los cuatro grupos permanecieron de esta forma durante 15 días, y se mantuvieron a una distancia aproximada de 200 m entre ellos. Durante el periodo de estudio todos los animales se alojaron en corrales provistos de sombra, y se les proporcionó su dieta habitual, sales minerales y agua *ad libitum*.

Variables determinadas.

Diariamente se detectó el estro de 8:00 a 10:00 h y de 18:00 a 20:00 h. Para ello, dos horas antes, los machos se separaron 50 m de los corrales de las hembras y posteriormente se introducían en los corrales para que detectaran a las hembras en estro. Se consideró una oveja en estro cuando ésta permitió la cópula.

Se registró la proporción de ovejas que presentaron estro en cada grupo y la proporción de hembras que ovularon 8 Días después del inicio del mediante ecografía transrectal (Aloka SSD-500).

Análisis estadísticos

Las proporciones de hembras que presentaron estro y que ovularon, se comparó con una prueba de Chi-cuadrada usando el programa MYSTAT 12.

RESULTADOS Y DISCUSION

La proporción de hembras multíparas en contacto con machos + hembras estrogenizadas o testigo que presentaron estro fue mayor que la proporción de de hembras nulíparas en contacto con machos + hembras estrogenizadas o testigo. Efectivamente, el porcentaje de hembras multíparas que presentaron estro en ambos grupos fue muy similar (62.5 vs 60%), a diferencia de los grupos de hembras nulíparas en donde sólo en el grupo de ovejas expuesto a machos + hembras estrogenizadas presento celo un bajo porcentaje (16%) de ellas. Asimismo, las proporciones de hembras que ovularon fueron significativamente mayores en las hembras

multíparas que en las nulíparas llegando el porcentaje más alto en las multíparas a un 75% mientras que en las nulíparas solo alcanzó un 25% la cifra máxima (Tabla 1).

Estos resultados sugieren que independientemente de la presencia de hembras estrogenizadas, las ovejas multíparas poseen mayor capacidad de responder al estímulo socio-sexual del efecto macho. Aunque las proporciones de hembras en celo de ambos grupos de ovejas multíparas son similares la rapidez e intensidad de respuesta del grupo expuesto a hembras estrogenizadas es mayor, lo cual puede significar una ventaja en el manejo del empadre (fig. 1).

Tabla 1. Proporciones de hembras que presentaron estro y ovulación en 4 grupos de ovejas en contacto con 20% de hembras estrogenizadas o testigo + machos sexualmente inactivos durante la época de anestro en el semi-desierto mexicano.

	Estro (%)	**Ovulación (%)**
Multíparas estimuladas	**15/24 (62.5)[a]**	**18/24 (75)[a]**
Multíparas no estimuladas	**18/30 (60)[a]**	**17/30 (57)[a]**
Nulíparas estimuladas	**0/25 (0)[b]**	**1/25 (4)[b]**
Nulíparas no estimuladas	**4/24 (16)[b]**	**6/24 (25)[bc]**

CONCLUSIONES

Las hembras multíparas tienen mayor capacidad de responder al efecto macho, independientemente de la presencia de hembras estrogenizadas.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, L., Ducoing, A.E., Zarco, L.A., Trujillo, A.M., 1999. Conducta estral, concentraciones de LH y función lútea en cabras en anestro estacional inducidas a ciclar mediante el contacto con cabras en estro. Vet. Mex. 30 (1): 25-31.

Álvarez, L., Zarco, L.A., 2001. Los fenómenos de la bioestimulación sexual en ovejas y cabras. Vet. Méx. 32(2):117- 129.

Carrillo, E., C.A. Meza-Herrera, Véliz F.G. 2010. Estacionalidad reproductiva de los machos cabríos de la raza Alpino-Francés adaptados al subtrópico Mexicano. Rev. Méx. Cien. 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 goat. Animal. Reprod. Sci. 114:175-182.

Delgadillo J. A. 2010. Environmental and social cues can be used in combination to develop sustainable breeding techniques for goat reproduction in the subtropics. Animal.

Delgadillo J.A., G., Fitz-Rodríguez, G. Duarte, F.G. Véliz, E. Carrillo, J.A. Flores. 2004 Management of photoperiod to control caprine reproduction in the subtropics. Reprod. Fertil Dev. 16,471-478.

Fitz-Rodríguez, G., De Santiago-Miramontes, M.A., Scaramuzzi, R.J. Malpaux, B., Delgadillo, J.A., 2009. Nutritional Supplementation improves ovulation and pregnancy rates in females goats management under natural grazing Conditions and exposed to the male effect. Anim. Reprod. Sci. 116: 85-94.

Knight, T.W.., 1985. Are rams necessary for the stimulation of anoestrus ewes with oestrus ewes. Proc. New. Zea. Soc. Anim. Prod. 45: 49-50.

Lindsay, D.R., 1991. Reproduction in the sheep and the goats. In: Cupps TP, editor. Reproduction in domestic Animal. San Diego (Ca): Academic. Press. Inc.

María de los Angeles De Santiago-Miramontes Sandra Marcelino-León Juan Ramón Luna –Orozco Raymundo Rivas-Muñoz Rafael Rodríguez-Martínez Miguel Mellado-Bosque Francisco Gerardo Véliz-Deras. 2011. The Presence of estrogenized female at the moment of male effect induce oestrus activity of goats in the Mexican semi-desert. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del ambiente, Volumen XVII, edición Especial: 77-85, 2011.

Martin, G.B Rivera, G.M., Alanis, G.A., Chaves, M.A., Ferrero, S.B., Morello, H.H., 2003. Seasonality of estrus and ovulation in Creole goats of Argentina. Small Rumin. Res. 48, 109–117.

Rosa, H. J. D.; Juniper, D. T.; Bryant, M. J. 2000. The effect of exposure to oestrous ewes on rams' sexual behaviour, plasma testosterone concentration and ability to stimulate ovulation in seasonally anoestrous ewes. Applied Animal Behavior Science 67: 293–305.

Véliz, F. G.; Meza-Herrera, C. A.; De Santiago-MIramontes, M. A.; Arellano-Rodriguez, G., Leyva, C.; Rivas-Muñoz, R.; Mellado, M. 2009. Effect of parity and progesterone priming on induction of reproductive function in Saanen goats by buck exposure. Livestock Science 125: 261–265.

Véliz, F. G.; Poindron, P.; Malpaux, B.; Delgadillo, J. A. 2006. Positive correlation between the liveweigh of anestrous goats and their response to the male effect with sexually active bucks. Reproduction. Nutrition and Development 6: 1-6.

Véliz, F.G.; Moreno, S.; Duarte, G.;Vielma, J.; Chemineau, P.; Poindron, P.; Malpaux, B.; Delgadillo, J.A. 2002. Male effect in seasonally anovulatory lactating goats and their response to the male effect with sexual active bucks. Reproduction. Nutrition and Development 6: 1-6.

Walkden-Brown, S. W.; Restall, B. J.; Norton, B. W.; Scaramuzzl 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. Journal Reproduction Fertility 100: 521-531.

Walkden-Brown, S. W.; Restall, B.; Henniawatl. 1993. The male effect in the Australian cashmere goat 3. Enhancement with buck nutrition and use of estrous females. Animal Reproduction Science 32: 69–84.

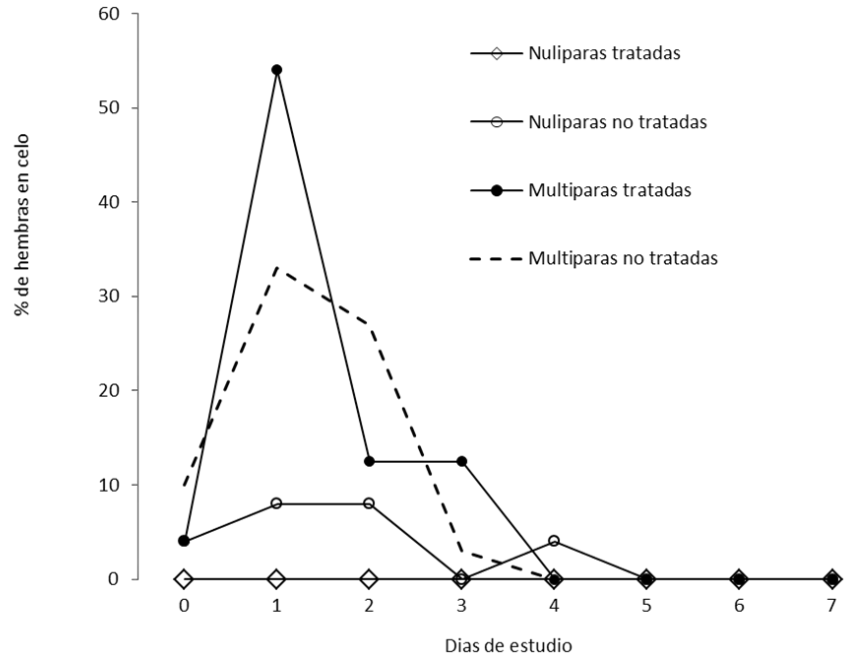


Fig. 1. porcentajes de estros diarios en 4 grupos de ovejas en contacto con 20% de hembras estrogenizadas o testigo + machos sexualmente inactivos durante la época de anestro en el semi-desierto mexicano.

COEFICIENTES DE AJUSTE POR DESARROLLO DEL ALGODÓN Y MODELACIÓN EN BASE A ESTUDIOS LISIMÉTRICOS

Inzunza Ibarra, Marco Antonio[1], Villa Castorena Magdalena[1], Catalán Valencia Ernesto Alonso[1], Abel Román López y Bueno Hurtado Palmira[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.
inzunza.marco@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La estimación de la evapotranspiración de los cultivos a partir de la evapotranspiración de referencia calculada de datos climáticos en las diferentes zonas agrícolas del país, es de gran relevancia para una planeación agrícola más precisa bajo riego y temporal. Esto es posible cuando se cuenta con información de los coeficientes de ajuste por desarrollo de los diferentes cultivos (KC) en tales zonas agrícolas, ya que este dato se ha tomado de la literatura extranjera y corresponde a cultivos que se han desarrollado en otras latitudes y la mayoría de las veces se tienen poco éxito al utilizarse para las condiciones de México (Sammis *et al*.,1985; Villalobos *et al*., 2005). En cultivos anuales, este coeficiente ($ETm\ ETr^{-1}$) tiene una típica variación que se produce debido a la evolución del follaje y los cambios en la cobertura del terreno (Djaman *et al*., 2013). Para lograr estimaciones confiables de la evapotranspiración real o actual de los cultivos, se deben considerar los factores edáficos y de la planta; sin embargo, en condiciones óptimas de humedad en el suelo sólo la planta afecta la oferta de agua. En estas condiciones se obtiene la evapotranspiración máxima (ETm) mediante la corrección de la evapotranspiración de referencia por el coeficiente de ajuste por desarrollo del cultivo (KC) que es función del desarrollo del cultivo y de la exigencia del clima. Así, el coeficiente del cultivo representa la relación entre el intercambio del calor latente del cultivo de interés y de la evapotranspiración de referencia (Hunsaker *et al*., 2003). Este parámetro es adimensional y se determina en forma empírica con la ecuación (1):

$$KC = ETm\ ETr^{-1} \qquad (1)$$

Donde ETr = evapotranspiración de referencia (mm).

Este trabajo en algodón tuvo como objetivos determinar la evapotranspiración máxima a detalle para posteriormente determinar sus coeficientes de ajuste por desarrollo de cultivo y definir un modelo del citado coeficiente en base a los grados día de crecimiento que proporcione mayor grado de generalidad en la aplicación de resultados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se desarrolló en el Campo Experimental del CENID-RASPA, ubicado en Gómez Palacio, Dgo. Geográficamente se localiza a 25° 35' N, 103° 27' W y a una altitud de 1135 msnm. El clima de la región se clasifica como BW(h')h w(e); que corresponde a muy árido, cálido con temperatura media anual de 22 °C y temperatura media del mes más frío de 18 °C; es extremoso con una oscilación anual en las temperaturas medias mensuales de entre 7 y 14 °C, precipitación media anual de 230 mm, períodos libres de heladas de abril a octubre y pueden presentarse granizadas durante mayo. Las lluvias son en verano, con un porcentaje de lluvias invernales que va de 5 a 10.2% (García, 1988). El suelo del lote experimental es clasificado como Xerosol Háplico de acuerdo a la FAO/UNESCO modificada por INEGI y pertenece a la serie Coyote, de gran representatividad regional con suelos profundos, con poca variabilidad de textura (migajón arcilloso). El agua utilizada en el estudio es clasificada como: C1S1, bajo en contenido de sales y sodio.

El algodón se sembró en el lisímetro de pesada de 1.8 de ancho y 3.60 m de largo, se desarrolló bajo condiciones no restrictivas de humedad; condición indispensable para obtener la evapotranspiración máxima de este cultivo, para lo cual se estableció un régimen de humedad hídrico en el suelo del lisímetro entre un rango de 0.051–0.101 MPa de tensión de humedad; además, el terreno circunvecino restante se manejó en forma similar a la del lisímetro con el fin de evitar el efecto de orilla y las condiciones de advección.

Para la determinación de los grados día de crecimiento durante el ciclo del algodón se utilizó la metodología de la curva seno, la cual toma en cuenta las temperaturas máximas y mínimas, la temperatura base del cultivo y su temperatura máxima a la cual su desarrollo no es afectado.

Considerando que los grados día de crecimiento acumulados son una analogía de un reloj fisiológico en la ocurrencia de cada una de las fases de crecimiento de los cultivos, se propone un modelo donde los coeficientes de cultivo estén en función de los grados día de crecimiento acumulados durante el ciclo vegetativo del algodón (Inzunza y Mojarro, 1994). Este modelo tendría una mayor generalidad de resultados a los modelos generados por ser este un parámetro con más carácter físico que el tiempo en días o en calendario juliano. Los citados autores proponen en lugar de éste último, utilizar los grados día de crecimiento acumulados como un parámetro climático con mayor carácter físico y extrapolabilidad de resultados a otras regiones de condiciones climáticas diferentes donde se realizó el estudio. Dicha relación está contenida en un polinomial de tercer orden en el modelo (2):

$$KC = b_0 + b_1 \Sigma GDC + b_2 \Sigma GDC^2 + b_3 \Sigma GDC^3 \quad (2)$$

Donde GDC = grados día de crecimiento acumulados al período i,

b_i = coeficientes de la regresión.

Los datos generados en este trabajo fueron la evapotranspiración máxima del algodón (mm), los grados día de crecimiento acumulados a un periodo de crecimiento y la evapotranspiración de referencia. Estas variables se relacionaron al último modelo citado, mediante la técnica de regresión múltiple para lo cual se utilizó el software estadístico del SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los requerimientos de grados día de crecimiento para el algodón establecido en el lisímetro de pesada de alta precisión son presentados en la Figura 1. Se tomó como temperatura base para el cultivo el valor de 12 ^oC y de 35 ^oC como temperatura máxima (Villalpando *et al*., 1991). La figura muestra los valores acumulados de los grados día de crecimiento a los cuales se presentaron los principales eventos fenológicos del cultivo como la emergencia, el crecimiento vegetativo, el inicio de floración (formación de yemas florales y la apertura de flores), formación y crecimiento de bellotas, la apertura del capullo y la maduración fisiológica, principalmente. Los grados día de crecimiento fueron un reloj fisiológico de su desarrollo ya que conforme las temperaturas se presentaban más elevadas, las etapas aparecían más temprano que a diferencia cuando las temperaturas eran bajas, existía un retraso en la presentación de los períodos fisiológicos.

Evapotranspiración máxima del Algodón

Los datos obtenidos de evapotranspiración máxima del algodón creciendo en el lisímetro gravimétrico de alta precisión fueron generados diariamente y se utilizaron como el cociente en la determinación de los coeficientes de desarrollo del algodón. Su comportamiento fue bien definido: tasas evapotranspirativas bajas en el período de emergencia a inicio de floración, posterior a este período, se observan demandas evapotranspirativas más altas por el cultivo justamente durante el período de floración y en la formación, crecimiento y apertura de bellotas (Figura 1). En este último evento se presentaron demandas del cultivo de casi 12 mm diarios de agua y esta demanda fue sostenida por un periodo corto de tiempo para después declinar hasta alcanzar la total apertura de las bellotas donde después de este evento fenológico la demanda de agua del cultivo se reduce drásticamente hasta alcanzar la madurez fisiológica.

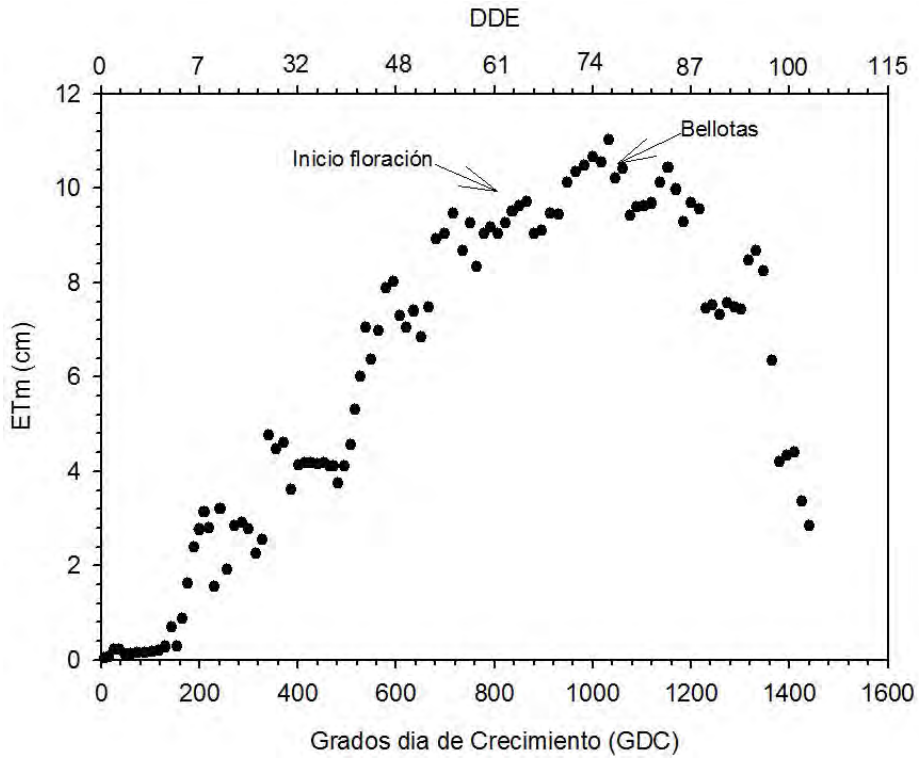


Figura 1. Demanda evapotranspirativa del algodón durante su crecimiento

Obtención del coeficiente de ajuste por desarrollo del cultivo del algodón

El coeficiente de ajuste por desarrollo del cultivo del algodón (KC), se determinó de acuerdo con la relación (1), antes descrita y los resultados se presentan en la figura 2. El comportamiento de los KC a través del ciclo vegetativo del algodonero fue que durante el inicio del período vegetativo y hasta antes de la floración, se presentaron bajos valores de KC entre 0.1 a menos de la unidad, estos se incrementaron conforme al desarrollo del cultivo alcanzaba la floración y la formación y crecimiento de bellotas con valores pico de KC superiores a 1.6. Los valores de esta relación empezaron a disminuir drásticamente después de la apertura completa de las bellotas y la total exposición de la fibra del algodón hasta al final de su desarrollo, aproximarse a cero al alcanzar su madurez fisiológica. Valores por arriba de 1.7 se presentaron durante la apertura y crecimiento de bellotas donde el cultivo tuvo mayor actividad evapotranspirativa.

Con el propósito de lograr una mayor generalidad en la predicción de los KC, estos fueron relacionados con los grados día de crecimiento acumulados (GDC), en lugar del desarrollo vegetativo relativo del algodón.

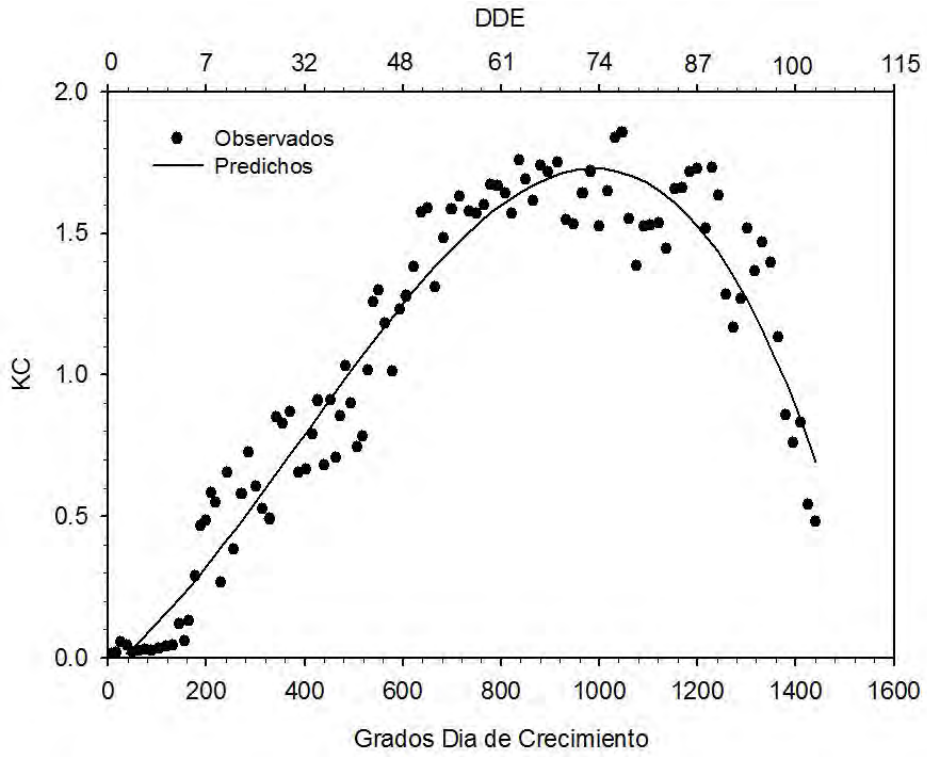


Figura 2. Coeficientes de ajuste por desarrollo (KC) del algodonero a través de su ciclo vegetativo

Los datos fueron ajustados al modelo propuesto por Sammis et al., (1985). La función obtenida por regresión múltiple fue la siguiente:

$$KC = -0.039 + 0.0014*GDC + 2.66E\text{-}6*UCa^2 - 2.2623E\text{-}9*UCa^3 \quad (3)$$

$$R^2 = 0.94 \quad CV = 14.1\%$$

Los datos observados y la función ajustada se ilustran en la Figura 2, de acuerdo a esta gráfica y al coeficiente de determinación puede afirmarse que el ajuste de los datos a este modelo fue excelente y por consecuencia su poder predictivo, que proporciona mayor generalidad al modelo por sus parámetros físicos involucrados.

CONCLUSIONES

Se determinó un ajuste satisfactorio al modelo polinomial de tercer orden para representar el comportamiento de los datos de los coeficientes de ajuste por desarrollo del algodón, generados por medio de lisimetría, durante el ciclo de desarrollo del cultivo. El modelo obtenido tiene la característica de proporcionar mayor generalidad de los coeficientes de ajuste por desarrollo ya que involucró parámetros con más carácter físico como son los grados día de crecimiento, en lugar de los modelos que relacionan los KC en función del calendario juliano o el desarrollo vegetativo

en días. Cuando el algodón alcanzó la etapa de crecimiento a los 371 GDC, el KC tuvo un valor de 0.87, este valor se incrementó a 1.6 al alcanzar el inicio de floración y a los 820 grados día de crecimiento. El máximo valor del coeficiente de ajuste de 1.7 se presentó en la etapa de floración plena y crecimiento de bellotas, aproximadamente a las 1150 unidades térmicas de crecimiento del cultivo.

BIBLIOGRAFIA

Djaman, K and S. Irmak. 2013. Actual crop evapotranspiration and alfalfa- and grass-reference crop coefficients of maize under full and limited irrigation and rainfed conditions. J. Irrig. Drain. Eng. 139:433-446.

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.

Inzunza, M. A. y F. Mojarro. 1994. Simulación del coeficiente de cultivo con base en unidades térmicas. Terra 12: 289-296.

Hunsaker D. J., P. J. Pinter, H. Cai. 2003. Alfalfa basal crop coefficients for FAO-56 procedures in the desert southwestern US. Trans. ASAE 45:1799-1815.

Sammis, T.W.; C.L. Mapel; D.G. Lugg; R.R. Lansford and J.T. Mc Guckin. 1985. Evapotranspiration crop coefficients predicted using growing-degree days. Transactions of the ASAE 28: 773-780.

Villalobos R. S., J. Z. Castellanos , L. Tijerina y G. Crespo. 2005. Coeficientes de desarrollo del cultivo de brócoli con riego por goteo. Terra Latinoamericana 23:329-333.

Villalpando, J.F., S. De la P. Hurtado y R.R. Nuño. 1991. Regiones agrícolas eficientes para la producción de semillas. Notas de curso. Guadalajara Jal.

LOCALIZACIÓN DE ZONAS APTAS PARA EL DESARROLLO DE LA AGRICULTURA PROTEGIDA EN BAJA CALIFORNIA SUR

Hector Cirilo Fraga Palomino[1*], Alicia López Méndez[2], Arturo Cruz Falcón[1], Francisco Higinio Ruiz Espinosa[3].

1) Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. CIBNOR. Mar Bermejo # 195, Col. Playa Palo de Santa Rita, La Paz B.C.S. C.P. 23090, México. E-mail: hfraga04@cibnor.mx
2) Egresada de la Universidad Autónoma Indígena de México. Ingeniero en Desarrollo Sustentable.
3) Universidad Autónoma de Baja California Sur.

INTRODUCCIÓN

La tecnología para la producción de cultivos en invernaderos ha avanzado considerablemente en los últimos 20 años a nivel mundial (Jensen, 2001). En México desde el año 2000 se empezó a hacer más frecuente el sistema de producción denominado “Agricultura Protegida” el cual se define como: una instalación cubierta y abrigada artificialmente con materiales transparentes para defender las plantas de la acción de los meteoros exteriores. Esta instalación permite el control de determinados parámetros productivos, como: temperatura ambiental y del suelo, humedad relativa, concentración de anhídrido carbónico en el aire, luz, etc., en lo más cercano posible al óptimo para el desarrollo de los cultivos que se establezcan. El volumen interior del recinto permite el desarrollo de los cultivos en todo su ciclo vegetativo (Serrano, 2005).

En México, como en muchos otros países, se vienen realizando fuertes inversiones privadas y con apoyos públicos para la instalación y operación de estructuras con el fin de practicar algún tipo de agricultura protegida, llámese invernaderos, macrotúneles, malla anti-insectos o casa sombra (FIRA, 2010).La tasa de crecimiento nacional de la agricultura protegida es de 20%, aunque los proyectos instrumentados en el sector presentan tasas de sobrevivencia de 60% (SAGARPA, 2009), debido a la falta de acompañamiento tecnológico, los costos altos de capital, la falta de tecnologías apropiadas a las condiciones particulares de cada región del país y a la instalación de estructuras en lugares inadecuados que incrementa montos de inversión y los costos de producción.

Baja California Sur es parte de una de las regiones áridas y semiárida del país, por lo que la producción agropecuaria del estado se ve limitada seriamente por la baja disponibilidad de agua, debida principalmente a la escasa precipitación y a la demanda creciente de agua por otros sectores como el industrial y el de consumo humano. Una alternativa de producción en estas regiones la constituye la agricultura protegida, que permite ahorrar una gran parte de los

volúmenes de agua destinados a la producción agrícola, logrando así un uso más eficiente de los limitados recursos hídricos.

Derivado de lo anterior, es importante proporcionar al cultivo bajo agricultura protegida las condiciones ambientales apropiadas para su desarrollo; con una inversión de infraestructura que no sea excesiva y con costos de producción competitivos. Las unidades de producción bajo el sistema de agricultura protegida deben ser planificadas y establecidas en un área apta para su desarrollo; para minimizar los problemas que se presentan cuando no se eligen zonas apropiadas.

Por todo lo antes mencionado, el presente trabajo tiene por objetivo localizar zonas aptas para el desarrollo de la agricultura protegida en el estado de Baja California Sur, considerando variables climatológicas, edafológicas y orográficas, para la identificación de áreas potenciales, para el establecimiento de la agricultura protegida.

MATERIALES Y MÉTODOS

La zona de estudio comprende la mitad sur de la península de Baja California. El estado de Baja California Sur se localiza entre los 22°24’17” y los 28°00’00” de latitud norte y entre los 109°24’47” y los 115°04’53” de longitud oeste. Al norte colinda con el estado de Baja California en el desierto de Vizcaíno; al este con el Golfo de California y al oeste con el Océano Pacifico.

Para elaborar la base de datos climáticos se seleccionaron las zonas que contaban con series de información más completas a través de datos históricos proporcionados por INIFAP y que se encontraran distribuidas en todo el estado. La ubicación de las estaciones meteorológicas de las cuales se obtuvieron los datos se observa en la Figura 1.

Se utilizaron datos de estadísticas climatológicas básicas, del estado de Baja California Sur del periodo 1961-2003 proporcionados por INIFAP (Ruiz *et al*., 2006).Estos datos corresponden a 51 estaciones climatológicas del estado. Las variables que fueron utilizadas en el proceso de identificación de zonas aptas para el sistema de agricultura protegida son: temperatura media mensual, altitud y pendiente del terreno.

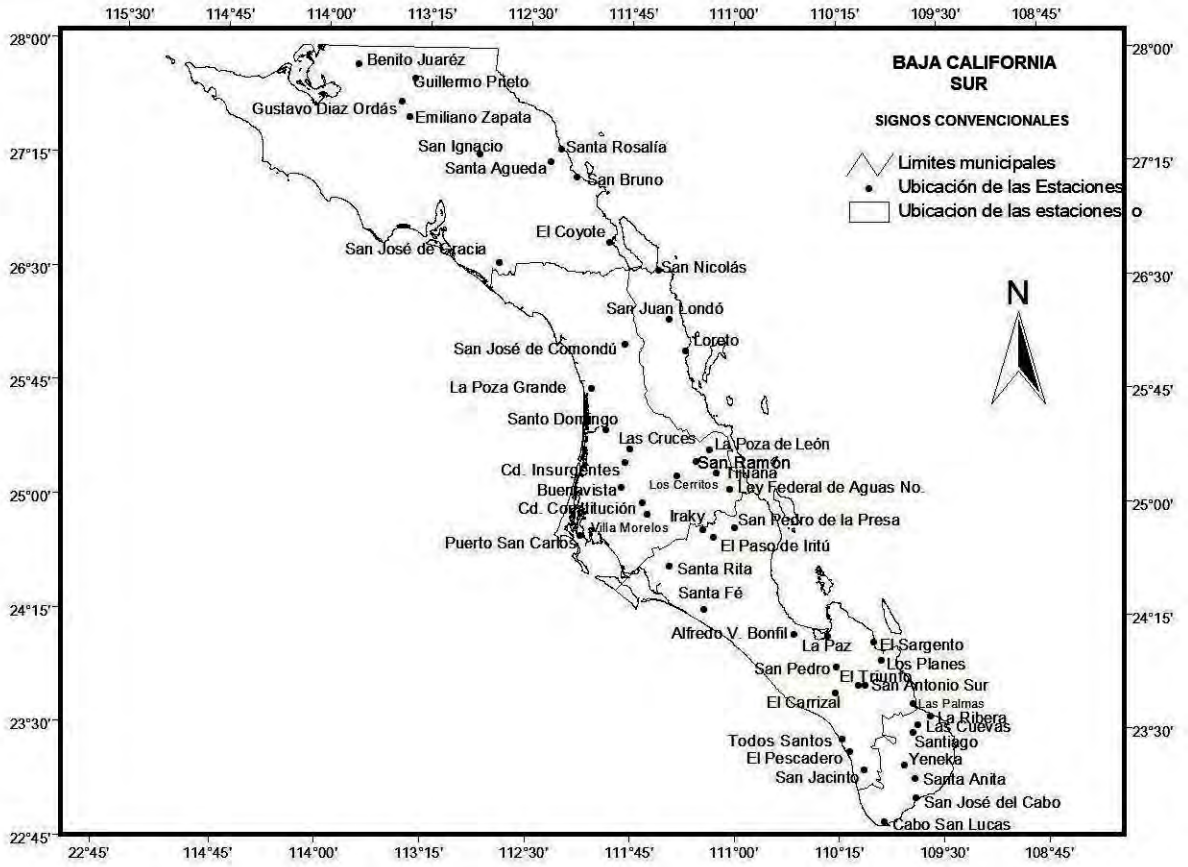


Figura 1. Distribución de estaciones climatológicas del estado de Baja California Sur.

Sistema de información geográfica (SIG).

Se utilizó el Programa ArcView 3.2 para el procesamiento de la base de datos en formato shp, para las variables de altitud (msnm), temperatura media mensual y pendiente del terreno. Con base a estas variables se generaron modelos, se rasterizaron (mapa de bits) y sectorizaron, de acuerdo a los rangos óptimos de estas variables para el desarrollo de la agricultura protegida.

Obtención de los modelos.

Para generar el modelo de elevación del terreno del estado, se utilizó la capa de curvas de nivel (carta topográfica, escala 1:250,000) de uso público de INEGI. El procedimiento se realizó utilizando las herramientas del programa ArcView 3.2, que se describen a continuación:

1. Inicialmente se revisaron, corrigieron y unieron algunas curvas de nivel correspondiente a cada zona (escala 1:250,000) incluyendo la curva con cota cero (línea de costa).

2. Con las curvas de nivel se generó una capa TIN (Triangular Irregular Network) que resulta de la interpolación triangular entre los nodos de las isolineas. Luego se rasterizó esta capa con una resolución espacial de 100m, y se obtuvo el modelo.

3. El modelo de pendiente se obtuvo directamente a partir del modelo de elevación del terreno, utilizando otra herramienta del programa.

4. Para la capa de temperatura, inicialmente se determinó la temperatura media en cada una de las estaciones climatológicas. Se interpolaron estos valores utilizando el método spline del programa ArcView 3.2, y se generaron los contornos que posteriormente se convirtieron en bandas y luego se rasterizaron con la misma resolución del modelo de elevación, para poder operar espacialmente con los otros modelos de variables.

Delimitación de las zonas aptas para la agricultura protegida.

Con los mapas en formato raster de variables físicas se procedió a delimitar en cada uno de ellos los rangos óptimos de temperatura media mensual, altitud sobre el nivel del mar, pendiente del terreno en que se desarrolla la agricultura protegida (Cuadro 1). Utilizando un reclasificador del programa, que considera sólo los rangos asignados. Con esto, se generó por mes, un nuevo mapa con los polígonos correspondientes, que incluye a las tres variables.

Cuadro 1. Rangos de temperaturas óptimas, pendiente del terreno, altitud, para invernaderos (FAO, 2002); (Shany, 2003).

Temperatura mínima	Temperatura óptima	Temperatura máxima
12ºC	17-27ºC	32ºC
	óptima	máxima
Pendiente del terreno	1.5%	5%
Altitud (msnm)	1000 msnm	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se generaron mapas que identifican las áreas apropiadas para el establecimiento de la agricultura protegida. Las zonas no aptas se ilustran de color rojo, en tanto las zonas aptas se ilustran de color amarillo. Para elaboraron mapas para cada uno de los meses.

En la Figura 2 se presentan las áreas aptas y no aptas para el establecimiento de agricultura protegida en el estado para el mes de Mayo.

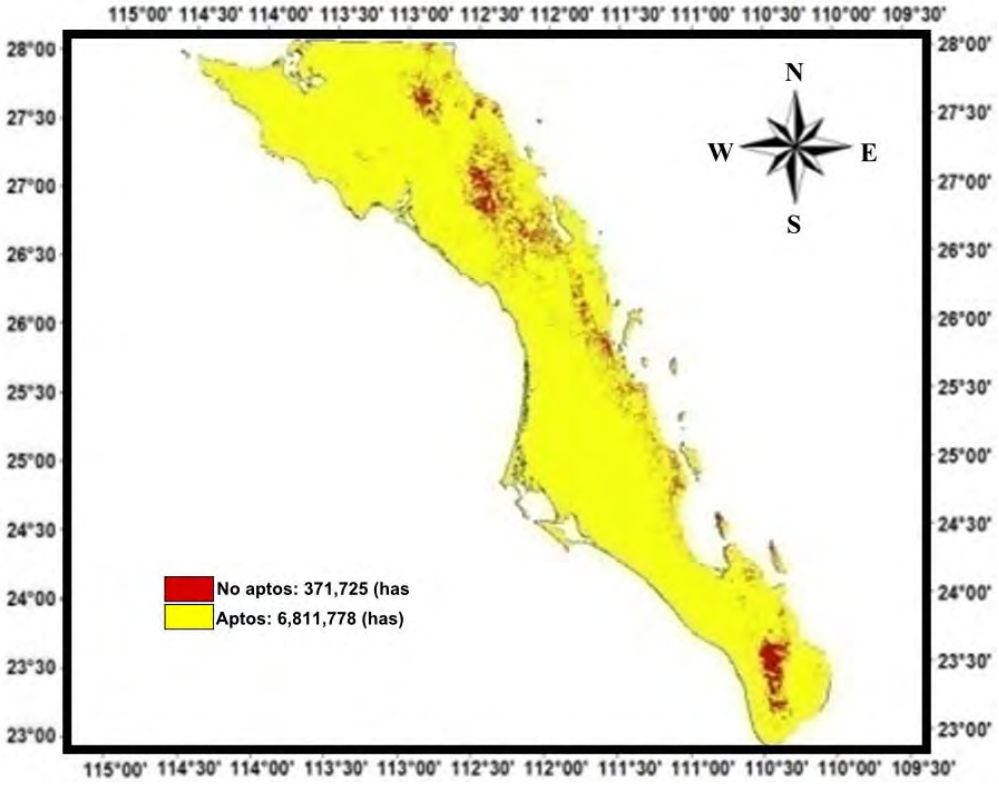


Figura 2. Superficie (Has) con zonas aptas y no aptas para la agricultura protegida en el mes de mayo en Baja California Sur.

En el Cuadro 2, se puede apreciar la cantidad de hectáreas apropiadas para el establecimiento de la agricultura protegida por mes.

Cuadro 2. Superficie (Has) con zonas aptas y no aptas para el establecimiento de agricultura protegida por mes en el estado de Baja California Sur.

	Enero	**Febrero**	**Marzo**	**Abril**	**Mayo**	**Junio**
Apta	4,541,325	6,786,773	6,807,758	6,421,214	6,811,778	6,215,966
No apta	2,580,340	371,329	372,260	371,176	371,725	371,136
	Julio	**Agosto**	**Septiembre**	**Octubre**	**Noviembre**	**Diciembre**
Apta	5,394,938	6,217,895	6,027,525	6,800,689	6,793,694	6,651,291
No apta	879,139	371,434	371,063	72,223	369,552	369,351

En el estado se tienen condiciones óptimas para la agricultura protegida durante un periodo que inicia en el mes de octubre y termina hasta el mes de mayo, durante estos meses no se tendría la necesidad de emplear ningún equipo para el control de temperaturas bajas y altas dentro del invernadero. En los meses de junio, julio, agosto y septiembre, si tendrían que instalarse equipos e implementarse prácticas de manejo para operar en los estos meses que presentan altas temperaturas. Este periodo de altas temperaturas puede también emplearse para llevar a cabo el mantenimiento de las instalaciones y para realizar prácticas fitosanitarias como la solarización del suelo.

CONCLUSIONES

El planteamiento y utilización de un SIG resultó ser eficiente para la determinación de áreas potenciales para el establecimiento de la agricultura protegida en el estado de Baja California Sur, optimizando tiempo y permitiendo recabar la información con anticipación.

El estado de Baja California Sur, si cuenta con zonas con alto potencial para el establecimiento de algún sistema de agricultura protegida, en base en el clima, altitud y pendiente del terreno.

De acuerdo al análisis de datos climáticos mensuales, la mayor parte del año se tiene condiciones óptimas para cultivar bajo agricultura protegida, sin la necesidad de algún mecanismo adicional para el control climático. En verano se presentan condiciones sub-optimas, por lo que se tendría la necesidad de implementar mecanismos para reducir las altas temperaturas.

BIBLIOGRAFIA

FAO, 2002. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. El Cultivo Protegido en el Mediterráneo. Estudio FAO, Producción y Protección Vegetal 90. Roma Italia.

FIRA, 2010. Oportunidad de Negocios en Agricultura Protegida, Boletín informativo FIRA. Número 7. Morelia. Michoacán, México.

Jensen, M. 2001. Producción Hidropónica de Invernaderos, Universidad de Arizona, Estados Unidos, en Red Hidroponía, Boletín Informativo Número 12, julio agosto 2001.Universidad Agraria La Molina. Disponible en: http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia/boletin12.htm. Consultada: 21/09/12.

Ruiz C., J. A., G. Díaz P., Meza S., V. Serrano A., y G. Medina G. 2006. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Baja California Sur (Periodo 1961-2003). Libro Técnico Núm.2 INIFAP-CIRNO. Cd. Obregón, Sonora, México. p. 1 – 263

SAGARPA, 2009. Plan nacional de agricultura protegida. Disponible en: www.amhpac.org/plan nacional de agricultura protegida 2009.pdf. Consultada: 12/10/12.

Serrano C. Z. 2005. Construcción de Invernaderos. 3ª ed. Ediciones Mundi-prensa. Madrid. España.

Shany, M. 2003. Tecnología de producción bajo cobertura. Memorias curso internacional sobre: producción de hortalizas bajo condiciones protegidas. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MAG). Centro de Cooperación Internacional de Israel.

VALIDACIÓN DEL USO DE PASTA DE HIGUERILLA EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS PRODUCTORES DE CARNE EN JALISCO

Rafael Jiménez Ocampo[1], Jorge Alberto Rodríguez González[2], Rigoberto Rosales Serna[1] Rosa María Camacho Ruíz[2] Carlos López Coello[3]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. INIFAP-Durango. km 4.5 carretera Durango-El Mezquital. Durango, Dgo., México. C. P. 34170
jimenez.rafael@inifap.gob.mx
[2]Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño en el Estado de Jalisco. CIATEJ. Av. Normalistas 800 Colinas de la Normal. Guadalajara, Jalisco, México. C. P. 44270.
[3]FMVZ-UNAM Circuito Exterior, Ciudad Universitaria, Av. Universidad 3000, CP 04510.

INTRODUCCIÓN

La higuerilla (*Ricinus communis* L.) es una especie introducida en México, la cual tiene alto contenido de grasas, proteínas y otros compuestos nutricios, antinutricios, tóxicos y alergénicos (Jiménez *et al*., 2012). En México, se ha intensificado la búsqueda de opciones alimenticias de bajo costo y alto contenido proteico para incrementar la productividad de pollos para carne alimentados en confinamiento. La higuerilla puede utilizarse como fuente alternativa de proteína de bajo costo para la alimentación animal. Para su uso, la pasta proteica de higuerilla debe ser detoxificada con el fin de eliminar compuestos que afectan severamente la salud de los animales alimentados con residuos de esta especie. La selección de nuevas formulaciones alimenticias está encaminada a incrementar el comportamiento productivo, reducir costos de alimentación y con ello hacer más rentable la engorda del ganado aviar producido en México.

Jalisco es uno de los estados más importantes en la producción de ganado aviar en México y en 2012 se produjeron en esta entidad 389,612 toneladas de carne (SIAP, 2013). Una de las razas de pollos más utilizados para la producción de carne en México es la cepa Cobb los cuales tienen tasas altas de crecimiento y ha sido mejorada para obtener una alta conversión alimenticia. Los pollos pesados de esta cepa pueden alcanzar 3,177 g de peso vivo en 49 días, mientras que los de peso ligero alcanzan 2,061 g en 35 días. El crecimiento de los pollos debe combinarse con una alimentación que se ajuste a la etapa de crecimiento y con ello lograr la salud óptima; así como un equilibrio adecuado de los costos de producción y conversión alimenticia (Cobb, 2011).

Se ha demostrado que las razas y cepas modernas de pollos responden mejor al aporte alto de aminoácidos en la dieta y se ha reducido la cantidad de alimento consumido por unidad de peso ganado (Dozier III *et al*., 2010). En México, la mayoría de los insumos utilizados en

la formulación de dietas para pollos son importados y esto incrementa considerablemente los costos de alimentación. Las proteínas presentes en los alimentos están formadas por péptidos y éstos se componen de aminoácidos. La relación de las proteínas con otros componentes de los alimentos determina la digestibilidad, biodisponibilidad y absorción de aminoácidos durante la digestión (Sauer *et al*., 1991; Ali *et al*., 2010). Se considera que la proteína y los aminoácidos contenidos en ellas, son los insumos más caros en la producción pecuaria (Rosales *et al*., 2011; Jiménez *et al*., 2012). Por ello, es necesario identificar suplementos proteicos de bajo costo para balancear las dietas proporcionadas al ganado aviar. Se considera que el uso integral del grano de higuerilla para elaborar biocombustibles y la alimentación de ganado doméstico incrementará la competitividad de la producción pecuaria desarrollada en diferentes entidades de México. También, se reducirán los costos de alimentación y se evitará la pérdida de divisas y la dependencia del extranjero para el abastecimiento de insumos alimenticios para el ganado. Por tal motivo el objetivo fue validar el uso de pastas proteicas de higuerilla en la alimentación de pollos productores de carne en Jalisco.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estableció un experimento de alimentación en la granja El Nacimiento de Atotonilco el Alto, en el estado de Jalisco. El sitio experimental se encuentra ubicado en las coordenadas 20° 53' 89" Latitud Norte, 102° 54' 89" Longitud Oeste y una altitud de 1,585 m. El clima de la región es templado subhúmedo con régimen de lluvias en verano, variación fuerte de temperatura [BS_1 Kw (w) (e)] y la temperatura media anual es de 18.8 °C (García, 1987). Se evaluaron tres tratamientos de alimentación: Pasta de soya (testigo), 25 % de pasta proteica de higuerilla y 50 % de pasta proteica de higuerilla. Se utilizó un grupo de 50 pollos F_1 de la raza Cobb x Cobb para cada tratamiento de alimentación, los cuales fueron aislados en corraletas de malla dentro de la nave utilizada para la crianza comercial de pollos para carne. El aislamiento para la finalización se realizó después que la parvada alcanzó un peso entre 639 y 643 g el día 14 de Junio de 2013 y la duración del experimento fue de 21 días de finalización.

A cada uno de los grupos se les proporcionó diariamente el alimento para finalización (engorda) ajustado al 19 % de proteína bruta y agua (*Ad libitum)*. Al término de cada día se obtuvo el peso del alimento rechazado y cada semana se midió el peso vivo de todos los animales de cada grupo. Los datos obtenidos se utilizaron para obtener un análisis de la varianza bajo un diseño completamente aleatorio, considerando un pollo como repetición de cada uno de los tratamientos de alimentación. La comparación de medias se obtuvo con base en la diferencia

mínima significativa (α=0.05). Después de concluir el experimento de alimentación se sacrificaron los pollos y se enviaron muestras de higado, riñon, duodeno, pancreas y masa muscular obtenida del músculo pectoral izquierdo al laboratorio de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Lo anterior, con la finalidad de realizar estudios de toxicidad mediante la detección de daños anatómico-patológicos post-mortem.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron resultados estadísticamente iguales para el peso vivo acumulado entre el tratamiento testigo (1,944 g) y la ración donde se sustituyó 25 % del concentrado proteico de soya por pasta de higuerilla (1,856 g) (Figura 1). El tratamiento alimenticio que incluyó la sustitución del 50 % del concentrado de soya por pasta de higuerilla resultó estadísticamente inferior con un promedio de 1,781 g. Todos los tratamientos evaluados redujeron el peso potencial de la raza, el cual es de 2,061 g en 35 días (Cobb, 2011). Lo anterior, fue consecuencia de la deficiencia de lisina observada en higuerilla, el cual es uno de los aminoácidos limitantes para su uso en la alimentación animal. A pesar de lo anterior, los resultados muestran que es posible sustituir en un 25 % el concentrado de soya por pasta de higuerilla como ingrediente proteico para la alimentación de pollos de engorda, con lo cual se obtiene una respuesta similar y se reducen los costos de alimentación. El costo del alimento utilizado comercialmente fue 7.45 pesos/kilo; mientras que la utilización de pastas de higuerilla redujo los costos a 7.29 pesos/kilo (25 %) y 7.13 pesos/kilo (50 %).

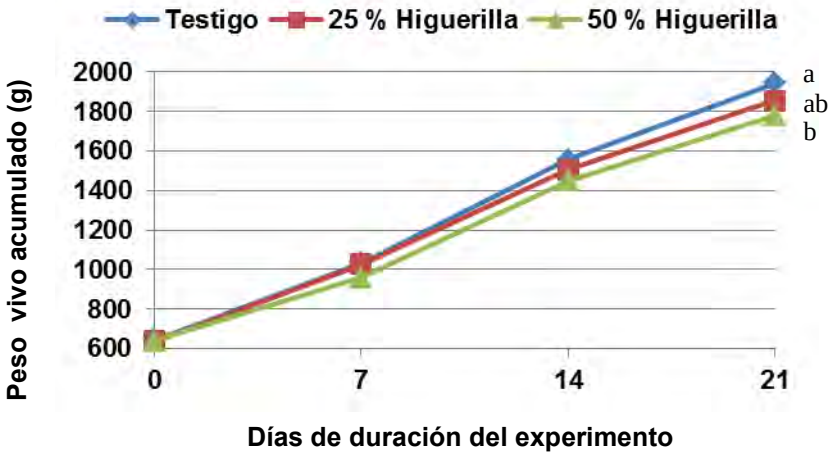


Figura 1. Ganancia de peso vivo en pollos Cobb alimentados con raciones formuladas con soya y sustitución por pasta de higuerilla. Jalisco, 2013. Letras diferentes muestran diferencias estadísticamente significativas (DMS; α=0.05).

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos puede concluirse que la sustitución de 25 % de la pasta de soya por pasta de higuerilla utilizada en la alimentación de pollos de engorda mantiene el crecimiento potencial y reduce costos de alimentación. Los estudios de laboratorio demostraron que los órganos y tejidos de todos los animales fueron similares, por lo que se concluyó que ninguna de las variaciones detectadas pueden ser atribuidas a la alimentación. Además, la preferencia de los animales fue similar para todos los alimentos proporcionados.

AGRADECIMIENTO

Se agradece el apoyo otorgado por el fondo SAGARPA-CONACYT a través del proyecto: "Tecnología para detoxificación de tortas derivadas de la producción de biocombustibles en Jatropha e Higuerilla". **SAGARPA-CONACYT 2011-7-163621**.

BIBLIOGRAFÍA

Ali, M. A. M; A. H. El Tinay; L. O. Mallasy; A. E. A. Yagoub. 2010. Supplementation of pearl millet flour with soybean protein: effect of cooking on *in vitro* protein digestibility and essential amino acids composition. Intnl. J. Food Sci. Tech. 45: 740-744.

Cobb. 2011. Cobb 500® broiler: Broiler management leaflet. Documento en línea consultado el 11 de Agosto de 2013. Germany. http://www.schromfarms.cz/documents/en/Leitfaden_A5+5mm_EN.pdf.

Dozier III, W. A.; A. Corzo; M. T. Kidd; P. B. Tillman; J. P. McMurtry; S. L. Branton. 2010. Digestible lysine requirements of male broilers from 28 to 42 days of age. Poultry Science 89: 2173-2182.

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.

Jiménez O., R.; R. Cervantes M.; J. A. Vallejo V.; R. Rosales S.; J. C. Ríos S. 2012. Perfil de aminoácidos de pastas residuales de piñón tropical (*Jatropha curcas*) e higuerlla (*Ricinus communis*). AGROFAZ 12(3): 173- 176.

Rosales S., R.; R. Jiménez O.; C. A. Nava B., K. M. Ortega V.; O. G. Núñez M. 2011. Reducción de factores antinutricios en frijol Pinto Saltillo para su uso en alimentación animal. Memorias del 2do. Congreso Internacional de Manejo de Pastizales y XXI Reunión Nacional Sobre Producción de Carne y Leche en Climas Cálidos. Chihuahua, Méx. 5 p.

Sauer, W. C.; R. Mosenthin; F. Ahrens; L. A. den Hartog. 1991. The effect of source of fiber on ileal and fecal amino acid digestibility and bacterial nitrogen excretion in growing pigs. J. Anim. Sci. 69: 4070-4077.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2013. http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350. 11 de Agosto de 2013.

PRODUCTIVIDAD DE FORRAJE DE MAÍZ, AVENA Y SOYA EN TEMPORAL BAJO DOS MÉTODOS DE LABRANZA Y DOS FUENTES DE FERTILIZANTE

Luis E. Arias[1*], Jorge H. Villarreal[1], Esteban S. Osuna[2], Jorge A. Bonilla[3], Gregorio Núñez[4]

[1]Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco-INIFAP, [2]Campo Experimental Pabellón-INIFAP, [3]Campo Experimental Santiago Ixcuintla-INIFAP [4]Campo Experimental La Laguna-INIFAP.
arias.luiseduardo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En los sistemas semitecnificados/familiares de producción de leche en la región de los Altos de Jalisco es común que el ganado se encuentre semiestabulado y su alimentación se basa en la utilización de granos, forrajes y esquilmos (Cervantes *et. al.,* 2001), producidos por los mismos ganaderos mediante tecnologías tradicionales que han permitido mantener bajo cultivo los terrenos por un periodo mayor a los diez años lo cual ha contribuido a la degradación del suelo, con una productividad que ha declinado a través de los años (Ortíz *et al*., 2005). Por lo tanto, es conveniente optimizar el manejo agronómico de los cultivos forrajeros y la protección del suelo (Osuna *et al*., 2000). Lo anteriormente señalado indica la necesidad de desarrollar tecnologías de manejo de suelo (labranza vertical y de conservación), producción de leguminosas forrajeras y uso de estiércol como parte de una estrategia para mejorar la productividad y competitividad de los sistemas de lechería familiar (Osuna *et al*., 2000). La labranza vertical consiste en remover el suelo, sin invertir el perfil del mismo; algunas de sus ventajas respecto a laboreo convencional (arado de discos) son: No voltea el perfil del suelo, lo que evita su exposición a la erosión eólica e hídrica, ahorro de trabajo y combustible (Osuna *et al*., 2012). Por otra parte, la adición de materia orgánica al suelo incrementa su capacidad para retener humedad debido a una correlación positiva entre el contenido de materia orgánica y el agua disponible. Al respecto, los estiércoles liberan suficientes nutrimentos para mantener un cultivo, aumentan la materia orgánica en el suelo, favorecen la estructuración, la estabilidad de los agregados y el desarrollo radicular de las plantas (Salazar *et al*., 2010) y por otra parte, el estiércol al ser utilizado en la producción de forrajes recicla los nutrientes y se contribuye a reducir la contaminación por exceso de N y P (Figueroa *et. al.,* 2009). El objetivo del presente estudio fue evaluar bajo condiciones de temporal el efecto combinado de métodos de labranza (vertical *vs* arado de disco) y fuente de fertilización (química *vs* estiércol) sobre el rendimiento y calidad nutricional del forraje de maíz, avena y soya.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado durante el verano 2011 en el Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco dependiente del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), localizado en el municipio de Tepatitlán Jal., ubicado entre los paralelos 20º 52' 9" a 20º 52' 22" de latitud norte y el meridiano 102º 42' 32" de longitud oeste, a una altitud de 1930 msnm. El clima es templado subhúmedo (A) C (w_1)(w)(e)g con una temperatura media anual de 16.5ºC. La precipitación promedio es de 714 mm en el periodo de mayo a octubre, el temporal inicia el 19 de junio y termina el 6 de octubre, con menos de 5% de lluvia invernal en relación al promedio anual. El suelo es clasificado como mezcla fina isotérmica, de textura arcillosa, con una profundidad hasta 100 cm, pH de 6.08 moderadamente ácido y, 1.30 % de materia orgánica. Durante el ciclo PV-2011 se evaluaron dos componentes tecnológicos: Un primer componente fue los métodos de labranza vertical y convencional (Subsuelo *vs* Arado de discos) ambos con dos pasos de rastra y el segundo componente fue los métodos de fertilización (química *vs* estiércol) en tres cultivos forrajeros (maíz, soya y avena). El nivel de fertilización tanto química como con estiércol (de bovinos productores de leche) fue de acuerdo a los requerimientos de los cultivos de estudio para obtener un rendimiento potencial y a los niveles de nutrientes presentes en el suelo. El estiércol utilizado presentó un contenido de N de 2.31% y un porcentaje de humedad de 12%. En las parcelas de maíz, avena y soya se aplicaron 23, 16 y 18 t ha^{-1}, respectivamente. La cantidad total de estiércol por parcela fue aplicado al suelo antes del inicio de la época de lluvias y fue incorporado con un paso de rastra. La siembra de maíz y soya se realizó el 29 de junio, mientras que la fecha de siembra de avena fue el 13 de julio del 2011, en todos los casos la siembra fue realizada en suelo húmedo.

La distribución de tratamientos se hizo bajo un diseño de bloques al azar con arreglo de parcelas sub-sub-divididas con tres repeticiones. La parcela grande fue el método de labranza, la parcela mediana fue el método de fertilización y la parcela chica fue el cultivo forrajero. La parcela experimental en maíz y soya constó de cuatro surcos de 5 m de largo y 0.80 m de ancho (16 m^2), la parcela útil fue los dos surcos centrales (8 m^2). En la avena la parcela experimental fue de 10 surcos de 30 cm de ancho por 5 metros de largo, y la parcela útil fue los 6 surcos centrales. Se determinó en cada cultivo los días a emergencia, días a floración, altura de la planta, días a cosecha, porcentaje de acame, rendimiento de materia verde y seca, porcentaje de materia seca del forraje a la cosecha y calidad del forraje. La muestras para determinar la calidad nutricional del forraje se analizaron de acuerdo con los procedimientos descritos por Goering y Van Soest, (1970) para determinar la fibra detergente neutro (FDN). Se

empleó el método Kjeldahl para proteína cruda (PC) (Bremner, 1996). El contenido de energía neta para lactancia (ENl) y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) se estimaron de acuerdo con los procedimientos descritos por el NRC (2001). Se realizaron análisis de varianza para las variables registradas. Para comparar las medias se utilizó la prueba de Tukey. Los datos se analizaron con el paquete estadístico SAS (SAS institute, 1988)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se muestra la precipitación registrada en la localidad de estudio en el municipio de Tepatitlán de Morelos, Jal. Se acumularon 635 mm de Julio a Octubre del 2011, siendo 2.4% superior a la precipitación registrada históricamente, durante el mismo periodo.

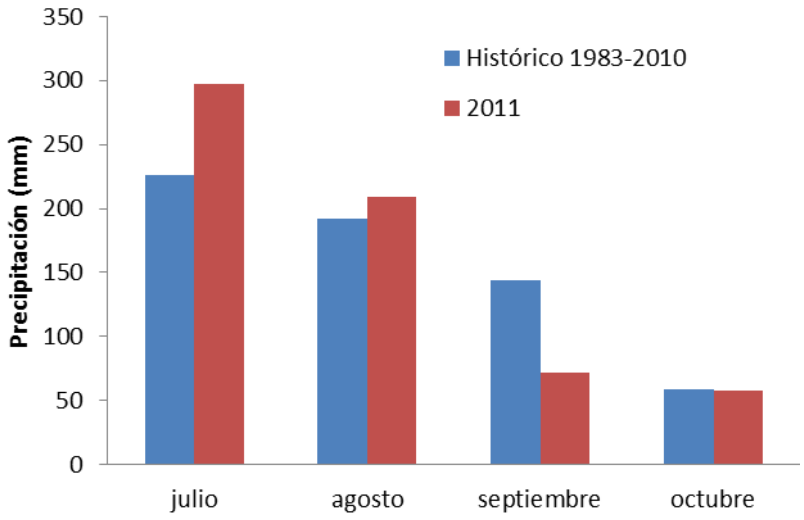


Figura 1. Precipitación registrada de Julio a Octubre en 2011 comparado con el registro histórico en Tepatitlán Jal.

En el cuadro 1 se presenta el efecto de dos métodos de labranza, dos fuentes de fertilización sobre variables agronómicas y rendimientos de forraje de tres cultivos forrajeros en Tepatitlán, Jal. Los resultados del análisis estadístico indican que no hubo diferencias significativas ($P>0.05$) para las variables estudiadas entre método de labranza, ni para la interacción método de labranza*fuertes de fertilización. Se observaron diferencias estadísticas ($P<0.05$) en fuente de fertilización sobre altura de la planta, porcentaje de materia seca, rendimiento de forraje verde y seco; se encontró mayor altura, rendimiento de forraje verde y seco cuando los cultivos

fueron fertilizados con estiércol de bovino. En la región de la Laguna reportaron rendimientos superiores de forraje de maíz (Avalos *et al*., 2010 y Fortis *et. al.,* 2010) y triticale (Salazar *et al*., 2009) con la fertilización de estiércol al compararlo con la fertilización química; ésto indica que la cantidad y disponibilidad en el suministro de nutrientes aportados por el estiércol durante el ciclo de los cultivos son superiores en relación a lo aportado por la fertilización química. El estiércol promueve la capacidad de retención de humedad en el suelo; al respecto Avalos *et al*., (2010) encontraron mayor contenido de humedad en el suelo al usar estiércol, lo cual permite mayor disponibilidad de agua para las plantas. Lo anterior puede explicar el efecto de un mayor rendimiento de forraje cuando se emplea el estiércol de bovino.

Cuadro 1. Efecto de dos métodos de labranza y dos fuentes de fertilización sobre variables agronómicas y rendimiento de forraje en tres cultivos.

FACTOR	DE	DFL	ALT	DCOS	AC	RMV	MS	RMS
Métodos de Labranza								
Arado discos	8.6	61	163	98	55	37849	29.3	11419
Subsuelo	8.6	61	165	98	49	39483	30.2	12212
Fuentes de fertilización								
Fertilizante químico	8.6	61	158b	98	48	33352b	30.8a	10645b
Estiércol de bovino	8.6	61	170a	98	55	43981a	28.6b	12986a
Especies forrajeras								
Soya	7b	67b	79c	104b	72ª	26189b	25.5c	6644c
Avena	12a	46c	123b	74c	84ª	28850b	30.3b	8550b
Maíz	7b	70a	290a	118a	0.1b	60960a	33.3a	20253a

DE: Días a emergencia; DFL: Días a floración; ALT: Altura de la planta (cm); DCOS: Días a cosecha; AC: Acame (%); RMV: Rendimiento en materia verde (kg/ha.); MS: Materia seca del forraje a la cosecha (%); RMS: Rendimiento en materia seca (kg/ha.), Medias de cada factor con diferente literal dentro de cada columna son estadísticamente diferentes (≤ 0.05) **ns=** No significativo

Sin ser un objetivo particular del presente estudio y como era de esperarse por efecto de especie forrajera se observaron diferencias estadísticas ($P<0.05$) en todas las variables analizadas. La avena germinó a los 12 días como consecuencia de un periodo de sequía a la siembra, lo cual prolongó los días a la germinación.

En el cuadro 2, se muestra el efecto de dos métodos de labranza, dos fuentes de fertilización sobre la calidad nutricional del forraje de los tres cultivos. En relación a las variables de calidad se observaron diferencias estadísticas ($P<0.05$) en fuente de fertilización sobre la concentración de FND y PC, no así, para DIVMS y ENL.

Cuadro 2. Efecto de dos métodos de labranza y dos fuentes de fertilización sobre la calidad de forraje en los tres cultivos.

FACTOR	FND (%)	DIVMS (%)	PC (%)	ENL (Mcal/kgMS)
		Métodos de Labranza		
Arado discos	48.0	78.6	11.5	1.65
Subsuelo	48.1	78.9	11.5	1.65
		Fuente de fertilización		
Fertilizante químico	47.2b	79.2	12.0a	1.66
Estiércol de bovino	48.9a	78.3	11.0b	1.64
		Especies forrajeras		
Soya	38.4c	82.2a	18.0a	1.71a
Avena	54.8a	71.7b	10.6b	1.50b
Maíz	50.9b	82.3a	5.9c	1.75a

FND: Fibra detergente neutro, DIVMS: Digestibilidad *in vitro* de la materia seca, PC: Proteína cruda, ENL: Energía neta de lactación. Medias de cada factor con diferente literal dentro de cada columna son estadísticamente diferentes (≤ 0.05) **ns=** No significativo

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de este estudio, la fertilización con estiércol de bovino mostró tener la capacidad de mejorar la altura y el rendimiento de forraje, con una calidad nutrimental del forraje aceptable en relación a la obtenida por la fertilización química. El método de labranza no afecto el rendimiento y calidad del forraje, no obstante, la labranza vertical tiene la ventaja de reducir los costos y la erosión del suelo en relación a la labranza convencional. Utilizar la labranza vertical en la preparación del suelo y aplicar estiércol de bovino como fertilizante indican ser dos componentes tecnológicos eficientes para la producción sustentable de forrajes.

BIBLIOGRAFÍA

Avalos M.A., Rivas M.G., Torres C.J., Rodríguez D.L. 2010. Efecto de abonos orgánicos en el contenido de humedad del suelo y el rendimiento de maíz forrajero. Memoria XXII Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Pp 246-251..

Bremner, J.M. 1996. Nitrogen-total. In: Methods of soil analysis: Part 3 Sparks D. L. (ed) SSSA Book ser. 5 SSSA, Madison WI. Pp:1085-1121.

Cervantes E.F, Santoyo C.H, Álvarez M.A. (2001). Lechería familiar, factores de éxito para el negocio. 1ª ed. UACh/CIESTAAM-PIAI/CONACYT. Plaza y Valdés. México.

Figueroa-Viramontes U., Núñez-Hernández G., Delgado J.A., Cueto-Wong J.A., Flores-Margez J.P. 2009. Estimación de la producción de estiércol y de la excreción de nitrógeno, fósforo y potasio por bovino lechero en la Comarca Lagunera. En: Agricultura orgánica. 2da Edición. Orona C.I. *et al* (Eds). FAZ-UJED, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, COCyTED. Gómez Palacio, México. pp 128-151.

Fortis H.M., Vázquez H.A., Salazar S.E., Preciado R.P., Segura C.M. y Orona C. I. 2010.Estiercol solarizado y fertilización foliar orgánica en la producción de maíz forrajero. Memoria XXII Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Pp 241-245.

Goering, H.K. Van Soest P.J. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures, and some applications). Handb. 379. USDA-ARS, Washington, D.C. 20 p.

National Research Council (NRC). 2001. Nutriment requirement of dairy cattle. National Academy. 381 p.

Ortiz S.J., García T.O y Morales T.G. 2005. Sistemas de producción lechera en México. Lechería familiar. Manejo de Bovinos productores de leche. Colegio de Postgraduados, p. 3.

Osuna C.E.S., Núñez H.G., González C.F., Reyes M.L., Arias C.L.E., Sánchez G.R., Cortés C.M.A., Maciel P.L.H. y Tovar G.M.R. 2012. Agricultura de conservación: Alternativa integral para la producción sustentable de forraje de temporal. INIFAP Campo Experimental Pabellón. Pabellón de Arteaga, Aguascalientes. 26 p. (Folleto técnico No. 45).

Osuna, C.E.S., J.S. Padilla R. y F. Esquivel V. 2000. Desarrollo de Sistemas de Producción Sostenible para Uso y Conservación de Suelo y Agua en las zonas áridas y semiáridas del Norte-Centro de México. Cuaderno de Trabajo. Área de Recursos Naturales. SIHGO-CONACyT. Querétaro. 45p.

Salazar S.E., Luna S.E., López M.JD., Maraña S.J.A. y Trejo E.H.I. 2009. Biodegradación del estiércol de bovino y su impacto en la producción de dos variedades de triticale. Memoria XXI Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Pp 137-143.

Salazar-Sosa, E., H.I. Trejo-Escareño., J.D. López-Martínez., C. Vázquez-Vázquez., J.S. Serrato-Corona., I. Orona-Castillo y J.P. Flores-Márgez. 2010. Efecto residual de estiércol bovino sobre el rendimiento de maíz forrajero y propiedades del suelo. Terra Latinoamer. 28:381-390.

SAS SAS/STAT User´s Guide (Release 603) 1988 Cary NC, USA: SAS Inst Inc.

VALIDACIÓN DEL RENDIMIENTO DE HIGUERILLA CULTIVADA EN DOS DENSIDADES DE POBLACIÓN EN EL ESTADO DE DURANGO

Rigoberto Rosales Serna[1], Rafael Jiménez Ocampo[1], Sergio Arellano Arciniega[2]

[1]INIFAP-Durango km 4.5 carretera Durango-El Mezquital. Durango, Dgo., México. C. P. 34170. jimenez.rafael@inifap.gob.mx
[2]INIFAP-Aguascalientes km 32.5 carretera Aguascalientes-Zacatecas. Pabellón de Arteaga, Ags. México. C. P. 20660.

INTRODUCCIÓN

La higuerilla (*Ricinus communis* L.) es una especie introducida en México, la cual escapó de su uso como planta ornamental, por lo que es posible encontrar poblaciones en diferentes localidades de Durango (Jiménez *et al*., 2012). En la actualidad existe interés por establecer la adaptación y utilidad agronómica e industrial de la higuerilla en diferentes entidades de México. Lo anterior, debido a que esta especie, cuando vegeta terrenos en desuso, aprovecha de manera eficiente los recursos ambientales sin competir directamente con cultivos alimenticios. La utilización principal de la higuerilla en la actualidad es la extracción de aceite de ricino para abastecer los requerimientos de la industria. En Durango, la higuerilla tiene posibilidades de uso intensivo en la producción de biodiesel, debido a que muestra alto contenido de lípidos en la semilla, los cuales pueden alcanzar 50 % (Reveles *et al*., 2010).

En México, el Gobierno Federal promueve la producción de biocombustibles mediante el uso de insumos que interfieran lo menos posible con la producción de alimentos básicos (DOF, 2008). La higuerilla crece naturalmente como especie ruderal en Durango, donde es posible encontrar poblaciones en La Ferrería, El Mezquital y otras localidades de esta entidad (Jiménez *et al*., 2012). Esta especie representa una opción viable para la extracción de aceite útil en la elaboración de biodiesel y obtención de otros productos industriales. Adicionalmente, es posible el aprovechamiento de los residuos de la extracción de aceite, a partir de higuerilla, los cuales tienen alto contenido proteico y pueden formar parte de raciones alimenticias para ganado bovino, previa eliminación de las sustancias tóxicas, alergénicas y antinutricias (Galindo *et al*., 2013).

En Durango, la higuerilla es una especie que carece de importancia económica debido al desconocimiento de su cultivo y uso potencial. Se tienen avances en el estudio de las pastas proteicas de higuerilla en la alimentación animal (Galindo *et al*., 2013) pero se carece de estudios agronómicos, en esta especie. Se tiene la necesidad de avanzar en el conocimiento del manejo de la higuerilla en varias entidades de México, con el fin de incrementar la

productividad del cultivo. La densidad de siembra es un factor importante que debe evaluarse para optimizar la producción de grano de higuerilla. En México se han propuesto densidades de población para el cultivo de higuerilla entre 2,500 a 10,000 plantas por hectárea (Rico *et al*., 2011).

La densidad de población en siembras comerciales de higuerilla se puede ajustar con base en el sistema productivo y germoplasma utilizado, con la finalidad de optimizar el rendimiento de esta especie. La distancia entre surcos, combinada con la densidad de población son prácticas de cultivo que se pueden ajustar de manera simple y tienen un impacto importante en la productividad de la higuerilla (de Souza-Schalick *et al*., 2011). El objetivo fue evaluar el rendimiento de higuerilla cultivada en dos densidades de población en Durango.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estableció un lote para la evaluación de higuerilla, con base en el rendimiento de grano, en las instalaciones del INIFAP en Durango, Dgo. El sitio experimental se encuentra ubicado 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 el tipo franco y tiene capacidad intermedia para la retención de humedad, profundidad media, pendiente de 0 a 2 % y pH de 6.5. Se observa pobreza del suelo para el contenido de materia orgánica, fósforo y nitrógeno. El clima de la región es templado semiárido con régimen de lluvias en verano, variación fuerte de temperatura [BS_1 Kw (w) (e)] y la temperatura media anual es de 17.4 °C (García, 1987).

La semilla utilizada en la siembra se obtuvo de una población escapada que crece de manera natural en La Ferrería, Municipio de Durango, Dgo. Se sembró el día 22 de marzo de 2012 en franjas apareadas y surcos separados 0.81 m. Se fertilizó al momento de la siembra con la dosis 35-50-00 para nitrógeno (N), fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O). Después de la emergencia de las plantas, se aclareo para dejar una planta cada metro en un lote (12,000 plantas/ha) y 1.5 m en el otro (8,000 plantas/ha). Cada lote constó de 25 surcos de 45 m de longitud, se aplicaron cuatro riegos de auxilio y para el control de la maleza se realizó una escarda y dos deshierbes manuales.

En cada franja se marcaron 20 plantas al azar para su utilización en las evaluaciones de las variables bajo estudio. Se evaluó el incremento en altura, componentes del rendimiento

(número de espigas/planta, longitud de espigas, frutos por espiga, peso seco de espigas, número de semillas/espiga) y el rendimiento en gramos por planta y kilogramos por hectárea. Para determinar la altura se midió el tallo principal desde la superficie del suelo hasta su ápice y en la etapa reproductiva se consideró el ápice de la espiga como el límite superior de las mediciones. En la determinación de la altura se utilizó una regla métrica de tres metros, con precisión de un cm. Los datos obtenidos se utilizaron para obtener un análisis de la varianza bajo un diseño completamente aleatorio, considerando las plantas como repeticiones de cada uno de los dos tratamientos bajo estudio (densidades de población). La comparación de medias se obtuvo con base en la diferencia mínima significativa (DMS, α=0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó reducido incremento de la altura de la planta entre la siembra y el inicio del registro de esta variable, lo cual se inició cuando las plantas de ambos lotes alcanzaron más de 10 cm (Figura 1). Los resultados mostraron que la distancia mayor entre plantas facilitó el incremento de la altura de la higuerilla. Lo anterior, fue evidente a partir de los 103 días después de la siembra (DDS). La primera fecha de evaluación (103 DDS) se observó que las plantas establecidas en baja densidad (8,000 plantas/ha) registraron el doble de la altura (24.8 cm) en comparación con las cultivadas en alta densidad (12,000 plantas/ha) que mostraron 12.4 cm. En observaciones sucesivas se registró superioridad en el incremento de la altura de la planta en la densidad baja. La altura máxima (217 cm) se registró primero en las plantas del lote sembrado en baja densidad. Los resultados concuerdan con los obtenidos en estudios previos, en los que se demostró que la densidad baja (5.5 plantas/m^2) mostraron el más alto rendimiento de grano, aceite y materia seca total (Farahani y Aref, 2008).

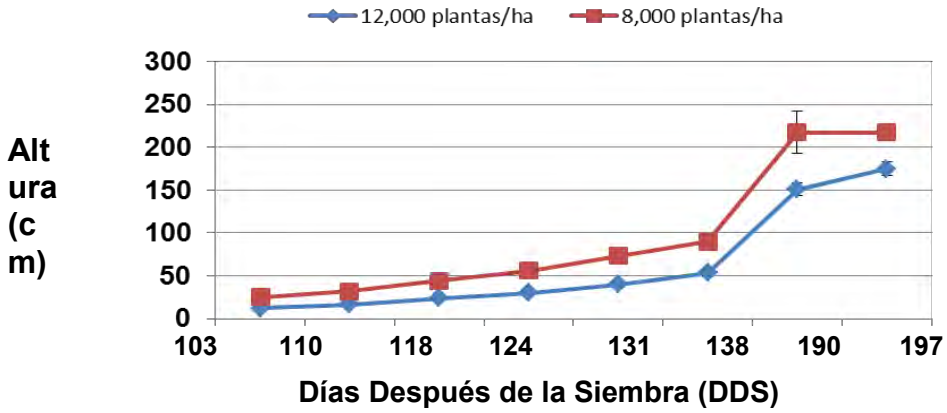


Figura 1. Altura de planta en higuerilla cultivada en dos densidades de siembra. Durango, Dgo. 2012.

Los valores bajos en el incremento de altura, observados después de la emergencia, se relacionan con los valores reducidos que se registraron en las temperaturas mínimas (Figura 2). Se ha demostrado que las temperaturas bajas afectan negativamente la germinación y emergencia (Nielsen *et al*., 2011); así como el crecimiento foliar y distribución de la materia seca entre hojas y tallos de higuerilla. Además, se estableció la posibilidad de que los valores bajos de la temperatura del suelo disminuyeran la absorción de agua y el crecimiento potencial de todos los órganos de la planta (Poiré *et al*., 2010). Lo anterior, demostró que la siembra de higuerilla en Durango debe realizarse en condiciones de riego, un vez que se alcanzaron temperaturas mínimas cercanas a 15 °C. La fase exponencial del crecimiento se observó entre 131 y 138 días después de la siembra (junio-agosto). En este periodo se inició el temporal de lluvias y se redujo la fluctuación fuerte de las temperaturas máximas (25 a 30 °C) y mínimas (10 a 15 °C).

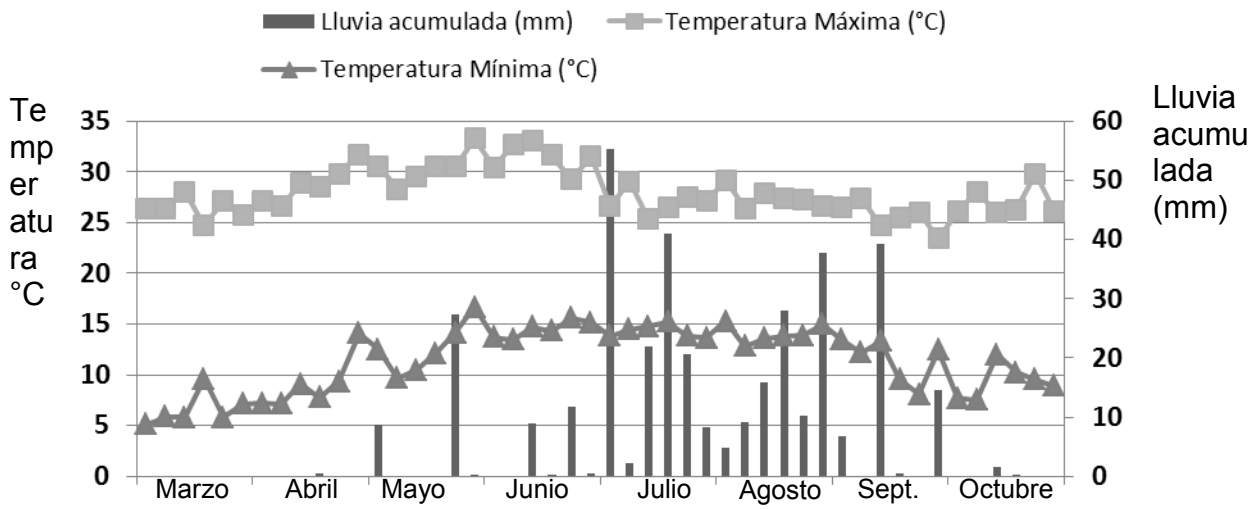


Figura 2. Temperaturas máximas y mínimas y cantidad de lluvia acumulada en periodos de cinco días en el INIFAP-Durango, Dgo. 2012.

Con excepción del peso seco de las espigas, se observaron diferencias altamente significativas ($p<0.01$) entre densidades de siembra para todas las variables morfológicas y reproductivas evaluadas en higuerilla (Cuadros 1 y 2). Se observó que el número de espigas por planta fue mayor en la densidad baja (10) en comparación con el lote sembrado en una densidad de 12,000 plantas/ha (6). La competencia entre plantas fue mayor en la densidad alta, por lo que este factor redujo la ramificación y con ello el número de espigas y cápsulas por planta. Lo anterior, concuerda con los resultados obtenidos en otros trabajos en los que las líneas de

higuerilla ramificadas mostraron mayor rendimiento que las que presentaron espiga única (Sarwar *et al*., 2010).

La longitud de la espiga fue mayor en la densidad alta (19 cm) en comparación con el valor registrado en el lote sembrado con 8,000 plantas/ha (16 cm). Lo anterior, fue debido al menor número de espigas registrado en las plantas del lote con densidad alta, lo cual favoreció la asignación de una mayor cantidad de fotoasimilados a cada una de ellas. Se ha observado que un bajo número de estructuras reproductivas (espigas, cápsulas y granos) permite el incremento individual de la acumulación de materia seca en las espigas. Los resultados obtenidos en este estudio difieren de los obtenidos en estudios previos, en los que se observaron espigas con longitudes mayores (23.8 y 27.2 cm) (Vanaja *et al*., 2008). Lo anterior, se atribuyó al efecto del genotipo y ambiente de producción. Además, debe considerarse que se trató del primer año de cultivo y la higuerilla muestra ciclo de vida bianual y perenne.

Se estableció que la densidad alta (12,000 plantas/ha) redujo significativamente el número de frutos por espiga (48) en comparación con los registrados en el lote sembrado con 8,000 plantas por hectárea (75). Los resultados concuerdan con los obtenidos en otros estudios en los que se observó compensación entre los componentes del rendimiento. Es decir, el incremento en el número de plantas, por unidad de superficie, reduce la acumulación de biomasa en los órganos vegetativos (fuente) y con ello disminuye la disponibilidad de nutrientes para abastecer la demanda generada por las espigas, cápsulas y granos en crecimiento (de Souza-Schalick *et al*., 2011). Por ello, es necesario buscar un equilibrio entre la fuente/demanda con el fin de optimizar el rendimiento y calidad del producto obtenido.

El peso promedio de las espigas fue similar en ambas densidades de población con un valor de 40 g en densidad baja y 39 g en alta densidad. A pesar de tener pesos similares, se observó que en baja densidad se obtuvo un número mayor de frutos/espiga por lo que la proporción de biomasa acumulada en órganos reproductivos fue mayor en el lote con 8,000 plantas/ha. La demanda generada por los granos en crecimiento contribuyó al incremento en la producción y remobilización de fotoasimilados de las hojas y tallos hacia la semilla.

Cuadro 1. Variables determinadas en higuerilla (La Ferrería) en dos densidades de siembra. Durango, Dgo. 2013.

Densidad Plantas/ha	Número de espigas/planta	Longitud de espiga (cm)	Frutos/espiga	Peso seco de espigas (g)
8,000	10[a]	16[b]	75[a]	40[a]
12,000	6[b]	19[a]	48[b]	38[a]
Promedio	**8**	**17**	**61**	**39**

[a-b]Literales que denotan diferencias significativas ($p<0.05$) entre variedades a través de densidades de siembra.

Se observó que el número de semillas por espiga registrado en las plantas del lote de baja densidad fue 162, mientras que en alta densidad se obtuvieron 114 semillas/espiga. El rendimiento fue mayor en el lote de baja densidad con 201 g/planta, mientras que en alta densidad se obtuvieron 72 g/planta. Los resultados muestran la densidad de 8,000 plantas/ha incrementó el rendimiento y la evaluación por planta demostró que es posible la selección de plantas sobresalientes con base en el rendimiento. En estudios previos se registraron rendimientos promedio de 152 g/planta (Ahmed *et al*., 2012). De la misma forma con base en los resultados puede decirse que la densidad de 8,000 plantas/ha permitió una adecuada expresión del rendimiento de la higuerilla cultivada bajo condiciones de riego en Durango.

Cuadro 2. Rendimiento observado en higuerilla (Ferrería 1) cultivada en dos densidades de siembra. 2013. Durango, Dgo.

Densidad Plantas/ha	Número de semillas/espiga	Rendimiento g/planta	Rendimiento kg/ha
8,000	162[a]	201[a]	*1,608[a]
12,000	114[b]	72[b]	864[b]
Promedio	**127**	**137**	**1,236**

*estimado con base en el rendimiento por planta. [a-b]Literales que denotan diferencias significativas ($p<0.05$) entre variedades a través de densidades de siembra.

El rendimiento estimado fue mayor en la densidad de 8,000 plantas/ha, donde se registraron 1,608 kg/ha. Los rendimientos registrados son bajos en comparación con los obtenidos en otros estudios, en los que se reportan entre 3,098 y 3,893 kg/ha (de Souza-Schalick *et al*., 2011). Lo anterior permitió establecer la necesidad de avanzar en el mejoramiento genético, selección de germoplasma adaptado y optimización del manejo agronómico de la higuerilla en Durango, con la finalidad de incrementar su rendimiento y rentabilidad económica.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos puede concluirse que la densidad de siembra de 8,000 plantas/ha favoreció el crecimiento en altura y aumentó el número de frutos y rendimiento de las plantas de higuerilla.

Es recomendable evaluar el rendimiento de higuerilla en un segundo ciclo de producción, para determinar la sobrevivencia después del periodo de heladas y establecer la importancia del ciclo bianual para esta especie en Durango.

AGRADECIMIENTO

Se agradece el apoyo otorgado por el fondo SAGARPA-CONACYT a través del proyecto: "Tecnología para detoxificación de tortas derivadas de la producción de biocombustibles en Jatropha e Higuerilla". **SAGARPA-CONACYT 2011-7-163621**.

BIBLIOGRAFÍA

Ahmed, H. M.; G. Sarwar; M. A. ul Haq. 2012. Genetic variability and interdependence of morphological traits in castorbean (*Ricinus communis* L) mutants. Songklanakarin J. Sci. Tech. 34: 279-286.

De Souza-Schalick, G. D.; R. Peres S.; D. Bottino; A. Mazetti F. 2011. Crescimento e produtividade da mamona de porte baixo em diferentes espaçamentos e populações de plantas. Interciencia 37(1): 49-54.

DOF (Diario Oficial de la Federación). 2008. Ley de promoción y desarrollo de los bioenergéticos. México. Publicado el 01 de febrero de 2008.

Farahani, H. A.; B. Aref. 2008. Effect of plant density on oil yield of castor (*Ricinus communis* L.) in application of nitrogen levels conditions. Abstracts of the World Congress on Medicinal and Aromatic Plants. Documento en línea consultado el 25 de junio de 2013. Disponible en: http://journals.sfu.ca/africanem/index.php/ajtcam/article/view/673.

Galindo V., C. F.; R. Jiménez O.; J. N. Rubio V.; R. Rosales S.; O. Limones B.; B. Sánchez T. 2013. Avances de investigación: efecto de la alimentación de ganado bovino con pasta de higuerilla en Durango, México. Memorias del XXXVIII Congreso Nacional de Buiatría. Acapulco, México. pp. 523-528.

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.

Jiménez O., R.; M. R. Alemán M.; R. Rosales S.; J. C. Ríos S.; C. A. Nava M. 2012. Caracterización morfológica y química de poblaciones naturales de higuerilla de diferentes sitios del estado de Durango. Memoria del VIII Simposio Internacional Sobre Flora Silvestre en Zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo-URUZA. Bermejillo, Dgo. Méx. pp. 649-658.

Nielsen, F.; B. Hill; J. de Jongh. 2011. Castor (*Ricinus communis L*): Potential of castor for bio-fuel production. FACT-Foundation 2nd. Ed. Wageningen Dutchland. 15 p.

Poiré, R.; H. Shneider; M. R. Thorpe; A. J. Kuhn; U. Schurr; A. Walter. 2010. Root cooling strongly affects diel leaf growth dynamics, water and carbohydrate relations in *Ricinus communis*. Plant, Cell and Environment 33: 408-417.

Reveles S., F. O.; R. Rosales S.; C. A. Nava B.; E. Delgado L.; E. I. Cuéllar R.; F. O. Carrete C.; J. C. Ríos S. 2010. Identificación de especies vegetales con potencial para la producción de

biocombustibles líquidos en Durango, México**.** Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 1: 45-54.

Rico P., H. R.; L. M. Tapia V.; R. Teniente O.; A. González A.; M. Hernández M.; J. L. Solís B.; A. Zamarripa C. 2011. Guía para cultivar higuerilla (*Ricinus communis* L.) en Michoacán. Folleto Técnico Núm 1. INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Valle de Apatzingán. Michoacán, Méx. 43 p.

Sarwar G.; H. Munir-Ahmed; J. Hussain. 2010. Evaluation of castorbean (*Ricinus communis* L.) mutants for genetic parameters and cluster analysis. J. Agric. Res. 48: 289-302.

Vanaja, V.; M. Jyothi; P. Ratnakumar; P. Vagheera; P. Raghuram R.; N. Jyothi L.; S. K. Yadav; M. Maheshwari; B. Venkateswarlu. 2008. Growth and yield responses of castor bean (*Ricinus communis* L.) to two enhanced CO_2 levels. Plant Soil Environ. 54: 38-46.

RESPUESTA SEXUAL DE LAS CABRAS NULIPARAS Y MULTIPARAS CICLICAS DE LA RAZA ALPINO-FRANCES SINCRONIZADAS CON PROSTAGLANDINAS

Rivas-Muñoz R[1 *], Carrillo E [1], Aldaco-Nuncio RA[1], Gutiérrez-Rodríguez I[2], Velázquez-Morales M[1], Fabela-Hernández A[2], García JA[1], Véliz FG[2]

[1]Instituto Tecnológico de Torreón, Carr. 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. * rivasm67@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 todo lo anterior, este trabajo pretende establecer un tratamiento hormonal de Prostaglandinas F2α para sincronizar la actividad sexual de las cabras cíclicas de la raza Alpino-Francés de la Comarca Lagunera.

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 10 cabras adultas multíparas con una edad promedio de 2 años y 6 meses, además de 10 cabras nulíparas con una edad promedio de 9 meses. Un grupo de nulíparas (N5) recibió dos dosis de prostaglandinas con cinco días de diferencia, mientras el otro grupo de nulíparas (N10) recibió

las dosis de prostaglandinas con 10 días de diferencia. Un grupo de hembras multíparas (M5) recibió también un tratamiento de dos dosis de prostaglandinas con 5 días de diferencia, mientras el otro grupo de multíparas (M10) recibió las 2 dosis de prostaglandinas con 10 días de diferencia. La aplicación de la primera dosis de prostaglandinas (0.2 ml; 160 µg de cloprostenol) fue realizada en los 4 grupos el 27 de Octubre. Los cuatro 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 tipos de hembras fueron alimentadas 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 todos los grupos. A partir de la aplicación de la segunda dosis de prostaglandinas para los 4 grupos, se introdujo un macho por corral para detectar las hembras que presentaron celo y el celo fue detectado a las 0800, 1200 y 1700 h, utilizando un macho entero. Para cada hembra detectada en celo se permitió la monta completa por parte del macho. Se determinó la latencia al celo en todos los grupos, la ovulación de 7 a 9 días después del inicio del estro y la gestación a los 45 días después de la monta registrada. La ovulación y la gestación se realizó mediante ultrasonografía transrectal (Rivas-Muñoz *et al*., 2010). Los porcentajes de hembras en estro, que ovularon y de preñez fueron sometidos a una prueba deX^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 misma para los cuatro grupos (60%, 3/5 por grupo; $P > 0.05$), independientemente del número de partos que tuvieran las hembras. 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 los grupos N5, N10 y M10 (57, 52 y 52 h, respectivamente), mientras que en el grupo M5 fue mayor (80 h), pero no se encontró 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, en la proporción de hembras que ovularon no se encontró diferencia entre grupos (P > 0.05), siendo muy similar el porcentaje de ovulaciones (N5: 100%; M5: 60%; N10: 100% y M10: 80%). La proporción de ovulaciones son similares a los reportados por Kusina *et al*. (2001) donde registran del 60 al 100% de gestaciones; consecuencia de las ovulaciones. Finalmente, la tasa de gestación también fue muy similar entre grupos (P > 0.05), donde el mayor porcentaje se alcanzó en los grupos N5 y M5 (60%); mientras que en los grupos N10 y M10 solo se obtuvo el 20%. Los resultados de la tase 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). De manera general, los resultados obtenidos en este estudio son menores a los reportados en la literatura. Probablemente, estos resultados sean debidos a la dosis utilizada en los 4 grupos experimentales (0.2 ml; 160 µg de cloprostenol), ya que en la mayoría de los trabajos en caprinos se utilizan entre 0.3 y 0.5 ml de cloprostenol. 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 segunda 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 a los tratamientos (Nuti *et al*., 1992; Romano, 1998).

CONCLUSIÓN

En este estudio, las prostaglandinas pueden inducir el ciclo estral sincronizado en al menos el 50% de las hembras Alpino-Francés tratadas, independientemente de la cantidad de partos con los que cuenten.

BIBLIOGRAFÍA

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 FORRAJERO Y CALIDAD NUTRICIONAL DE 10 VARIEDADES DE LEGUMINOSAS FORRAJERAS EN LA REGIÓN DE LOS ALTOS DE JALISCO

Luis E. Arias[1*], Jorge H. Villarreal[1], Alfredo González Sotelo[2]
Jorge A. Bonilla[3], Ricardo A. Sánchez[4], Esteban S. Osuna[5], Gregorio Núñez[6]

[1]Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco-INIFAP, [2]Campo Experimental Tecomán-INIFAP, [3]Campo Experimental Santiago Ixcuintla-INIFAP, *[4]Campo Experimental Zacatecas-INIFAP, [5]Campo Experimental Pabellón-INIFAP, [6]Campo Experimental La Laguna-INIFAP.*
*Luis E. Arias arias.luiseduardo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En los sistemas semitecnificados/familiares de producción de leche la alimentación del ganado se basa en el pastoreo, además del suministro de forrajes o esquilmos producidos en el mismo sistema, constituyendo ambos tipos de alimentos la base de la alimentación (Ortíz et al., 2005). En México, los forrajes constituyen aproximadamente con el 50% de la ración total de la alimentación del ganado. En este rubro es donde existen mayores posibilidades para disminuir los costos de producción e incrementar la eficiencia productiva de las explotaciones lecheras, pues constituyen la fuente más barata de nutrientes, por lo que antes de recurrir al uso de concentrados, debe asegurarse la provisión de forrajes de alta calidad (Arriaga *et al*., 1999). Una alternativa para aumentar la producción y disminuir los costos de alimentación es la producción de forrajes de buena calidad.

Entre las alternativas forrajeras se encuentran las leguminosas que por lo general presentan una mayor calidad que las gramíneas debido a una mayor digestibilidad, ésto se relaciona con un menor contenido de fibras. Al respecto, la mayor parte de la energía digestible en leguminosas no proviene de la fibra, si no de los constituyentes solubles de la célula (Buxton *et al.,* 1996). Por otra parte, las leguminosas anuales incluidas en una rotación de cultivos pueden fijar nitrógeno atmosférico al suelo para ser aprovechado por el siguiente cultivo y puede romper los ciclos de enfermedades y malezas, además de que contribuyen a la regeneración de suelos degradados. La fijación de nitrógeno por la soya aporta entre 65 y 80 kg de N ha^{-1} a maíz y sorgo sembrados posteriormente (Valvel y Wilhelm., 2003). El objetivo del presente trabajo fue evaluar el potencial forrajero y la calidad nutricional de 10 variedades de leguminosas bajo condiciones de temporal en la Región de los Altos de Jalisco.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado bajo condiciones de temporal en el municipio de Tepatitlán Jal., ubicado entre los paralelos 20º 52’ 9” a 20º 52’ 22” de latitud norte y el meridiano 102º 42’ 32” de

longitud oeste, a una altitud de 1930 msnm. El clima es templado subhúmedo (A) C (w_1)(w)(e)g con una temperatura media anual menor a 16.5ºC. La precipitación promedio es de 714 mm en el periodo de mayo a octubre, el inicio del temporal se espera del 19 de junio y la terminación para el 6 de octubre, con menos de 5% de lluvia invernal en relación al promedio anual. El suelo es clasificado como mezcla fina isotérmica, de una textura arcillosa, con una profundidad hasta 100 cm, pH de 6.08 moderadamente ácido, 1.30 % de materia orgánica.

Se utilizaron 10 variedades de leguminosas: 3 soyas (Guayparime, Suaqui y Nainari), 3 garbanzos (Criollo, Lerma y Sinaloa), 2 Vicias (villosa subespecie dasycarpa y común) y 2 chícharos forrajeros. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. La siembra fue manual depositando la semilla a 4 cm de profundidad y una separación entre ellas de 5 cm. La semilla no fue inoculada y se fertilizó con la dosis 40-60-00. La unidad experimental fue 4 surcos de 5 m de largo y 0.76 m entre surcos. Todas las especies se cosecharon en la etapa R6. El control de malezas se hizo manualmente. Las variables medidas fueron: días a emergencia, días a inicio de floración, días a aparición de las primeras vainas, altura de planta, rendimientos de forraje verde y seco, proporción hojas-tallos-vainas y se determinó la calidad nutricional. La muestras para determinar la calidad nutricional del forraje se analizaron de acuerdo con los procedimientos descritos por Goering y Van Soest, (1970) para determinar la fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácida (FDA). Se empleó el método Kjeldahl para proteína cruda (PC) (Bremner, 1996). El contenido de energía neta para lactancia (ENL) y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) se estimaron de acuerdo con los procedimientos descritos por el NRC (2001). Se realizaron análisis de varianza para las variables registradas. Para comparar las medias se utilizó la prueba de diferencia mínima significativa ($P \leq 0.05$). Los datos se analizaron con el paquete estadístico SAS (SAS inst., 1988).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se muestra la precipitación registrada en la localidad de estudio. Se acumularon 635 mm de Julio a Octubre, siendo 2.4% mayor a la precipitación histórica, durante el mismo periodo.

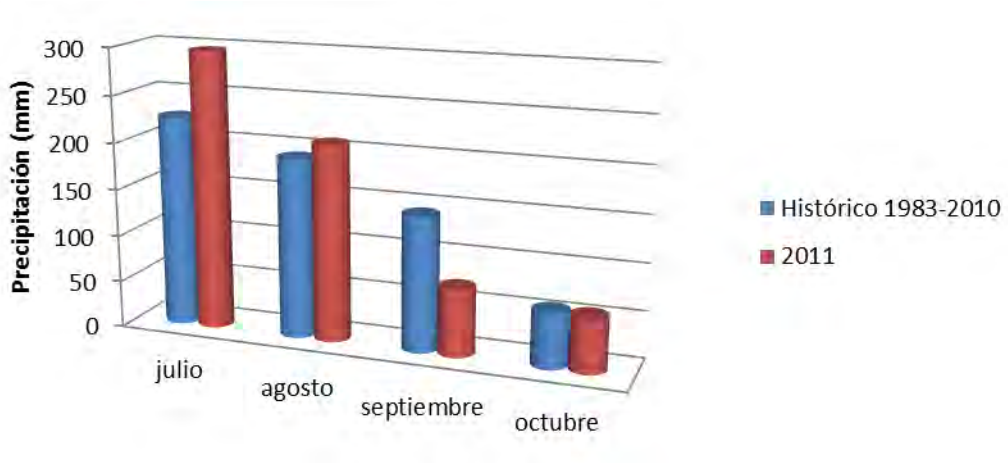


Figura 1. Precipitación registrada de Julio a Octubre en 2011 comparado con el histórico en Tepatitlán Jal.

Los resultados del análisis de varianza de las variables agronómicas del ensayo de leguminosas forrajeras en Tepatitlán, Jal. PV 2011 se muestran en el Cuadro 1. Se encontraron diferencias significativas ($P<0.05$) para todas las variables analizadas. Por precocidad a días a floración, días a aparición de vainas y días a la cosecha destacan los dos chícharos y Veza común, mientras que las variedades más tardías fueron la soya Guayparime, soya Suaqui y Veza villosa.

Cuadro 1. Días a emergencia, días a floración, días a aparición de vainas, días a cosecha, altura y acame de diferentes especies de leguminosas. Tepatitlán, Jal. PV-2011.

VARIEDAD	DE	DF	DAV	DCOS	ALT	AC	TA	HO	VA
Soya Nainari	7	62b	78c	97c	65d	0e	32e	30ab	38ab
Soya Guayparime	9	73a	85b	107b	79c	17cd	45bcd	39a	16cd
Veza villosa	8	60bc	92a	121a	104b	90a	63a	29ab	7c
Soya Suaqui	10	70a	81bc	107b	78c	35c	33e	34ab	32ab
Chícharo forrajero 10	7	48e	62d	78e	84c	73a	51b	11c	38ab
Chícharo forrajero 09	7	48e	62d	78e	127a	73a	45bc	10c	45a
Veza común (Ebo)	8	51de	63d	76f	76c	53b	48bc	26b	26bc
Garbanzo Criollo	9	55cd	64d	82d	48e	2de	38de	24b	38ab
Garbanzo Lerma	9	55cd	64d	82d	46e	1de	41cd	32ab	27bc
Garbanzo Sinaloa	9	50de	58d	82d	52e	2de	34e	25b	40ab
MEDIA	**8.4**	**57**	**71**	**91**	**76**	**34**	**43**	**26**	**31**
DMS 0.05	**1.01**	**6.05**	**6.21**	**0.45**	**10.19**	**17.5**	**7.1**	**11.3**	**15.2**
CV	**7.05**	**6.14**	**5.09**	**0.29**	**7.79**	**29.4**	**9.6**	**25.5**	**28.8**

DE: Días a emergencia, DF: Días a floración; DAV: Días a aparición de vainas; DCOS: Días a cosecha, ALT: Altura (cm), AC: Acame (%), TA: Tallo (% en MS), HO: Hoja (% en MS), VA: Vaina (% en MS).

En altura de la planta destaca el chícharo "Forrajero 09" con 127 cm., mientras que los de menor altura fueron los garbanzos. Para la variable acame, sobresale la Veza villosa y los chicharos, por sus características de crecimiento semipostradas en monocultivo de los chicharos y ebo, así también de la Veza villosa se les califica con un alto % de acame, sin embargo, éstas especies tienen la capacidad de poderse enredar sobre un forraje soporte, esta ventaja las convierte en especies ideales para asociarlas con algún tipo de cereal de grano pequeño para aumentar el rendimiento y calidad del forraje (Cuadro 1).

La Veza villosa destaca por mayor proporción de tallo (63% en MS), mientras que soya Nainari, soya Suaqui y garbanzo Sinaloa tuvieron menor proporción de tallo con 32, 33 y 34% en MS, respectivamente. El genotipo de mayor proporción de hoja fue soya Guayparime con 39% en MS, los que tuvieron menor porcentaje de hoja fueron los dos variedades de chícharo. No obstante, el chícharo "Forrajero 09" tuvo mayor proporción de vaina (45 % en MS), mientras que la Veza villosa tuvo el menor (7%) cantidad de vaina (Cuadro 1).

En el Cuadro 2 se presentan los rendimientos de forraje fresco y seco de las diferentes variedades de leguminosas forrajeras en Tepatitlán, Jal. Se encontraron diferencias significativas ($P<0.05$) para RMS, RMV, MS a la cosecha, FDN, DIVMS, PC y ENL.

Cuadro 2. Rendimiento de forraje y calidad nutricional de diferentes especies de leguminosas. Tepatitlán, Jal. PV-2011.

VARIEDAD	RMS	RMV	MS	FND	DIVMS	PC	ENL
Soya Nainari	8242a	29145a	28.3ab	38.7cd	83.0bc	17.9b	1.72bc
Soya Guayparime	7376ab	25770a	28.6ab	38.3d	81.7cde	15.5c	1.69c
Veza villosa	7327ab	29281a	25.9bcd	45.2ab	75.9f	17.6	1.57d
Soya Suaqui	5835bc	22458ab	26.6bc	39.4cd	82.4bcd	17.7b	1.71bc
Chícharo Forrajero 10	5347cd	24656ab	21.7d	44.1ab	80.6cde	16.6bc	1.68c
Chícharo Forrajero 09	4677cd	21531ab	22.3cd	46.2a	79.5e	15.2c	1.66c
Veza común (Ebo)	3940d	17573b	23.1cd	41.9bc	80.1de	19.8a	1.66c
Garbanzo Criollo	1922e	6479c	29.8ab	33.5e	86.7a	16.8bc	1.80a
Garbanzo Lerma	1684e	5541c	30.2ab	31.9e	86.2a	17.7b	1.79a
Garbanzo Sinaloa	1059e	3417c	31.2a	33.4e	84.9ab	16.9bc	1.76ab
MEDIA	**4741**	**18585**	**26.8**	**39.3**	**82.1**	**17.2**	**1.70**
DMS 0.05	**1698**	**8157**	**4.47**	**3.45**	**2.83**	**1.81**	**0.06**
CV	**20.8**	**25.6**	**9.72**	**5.12**	**2.01**	**6.14**	**2.15**

RMV: Rendimiento en materia verde, RMS: Rendimiento en materia seca, MS: Materia seca a la cosecha (%), FND: Fibra detergente neutro, DIVMS: Digestibilidad *in vitro* de la materia seca, PC: Proteína cruda, ENL: Energía neta de lactación.

En RMS sobresalen con mayor rendimiento la soya Nainari, soya Guayparime y Veza villosa, las variedades con menor rendimiento fueron los garbanzos, los chicharos y Veza común. Los garbanzos fueron estadísticamente (P<0.05) diferentes con menor rendimiento de forraje verde en relación al resto de las variedades evaluadas. Los chícharos y veza común tuvieron el menor porcentaje de MS del forraje cosechadas a la etapa R6 (Cuadro 2).

Los garbanzos destacan por una menor concentración de FDN, mayor digestibilidad *in vitro* de la MS y mayor ENL, mientras que en la Veza villosa se encontró mayor concentración de FDN, menor digestibilidad y ENL. Por otra parte, en veza común se encontró mayor concentración de PC (19.8%), en soya Guayparime se obtuvo la menor (15.5%) concentración de PC (Cuadro 2). En términos generales, el grupo de leguminosas evaluadas presentan una buena calidad nutrimental cosechadas en etapa R6, con valores promedio de 39.3% de FND, 82.1% de DIVMS, 17.2% de PC y 1.7 de ENL Mcal/kg de MS, esta calidad es similar a la de la alfalfa con 17% de PC, 41.6% de FND y superior en ENL con 1.19 Mcal/kg de MS (NRC, 2001). Con la gran ventaja que estas leguminosas pueden ser cultivadas bajo condiciones de temporal en la región de estudio.

En el Cuadro 3, se presenta la correlación entre las variables agronómicas, productivas y de calidad nutricional de las diferentes especias de leguminosas. Se observa que existen correlaciones entre las variables evaluadas; el RMS se correlacionó con DCOS (r=0.65), ALT (r=0.50), DF (r=0.49), FDN (r=0.58), DIV (r=-0.59) y ENL (r=-0.58). La DIVMS se correlacionó con DCOS (r=-0.40), ALT (r=-0.77), RMS (r=-0.59), TA (r=-0.68) VA (r=0.38), FND (r=-0.86) y ENL (r=0.99). Villarreal *et al*., 2012 encontró correlaciones de RMS similares a las encontradas en este trabajo en evaluaciones de cereales de grano pequeño.

Cuadro 3. Coeficientes de correlación simple entre características agronómicas y composición química de diferentes especies de leguminosas. Tepatitlán, Jal. PV-2011.

	DCOS	ALT	DF	RMS	TA	HO	VA	PC	FND	DIVMS	ENL
DCOS	-										
ALT	0.23	-									
DF	0.76**	-0.06	-								
RMS	0.65*	0.50*	0.49*	-							
TA	0.26	0.54*	-0.12	0.24	-						
HO	0.53*	-0.35	0.62*	0.22	-0.11	-					
VA	-0.60*	-0.10	-0.41*	-0.34	-0.63*	-0.70**	-				
PC	-0.02	-0.26	0.04	-0.08	0.03	0.16	-0.15	-			
FND	0.19	0.86**	-0.15	0.58*	0.58*	-0.37*	-0.12	-0.12	-		
DIVMS	-0.40*	-0.77**	0.01	-0.59*	-0.68**	0.13	0.38*	0.07	-0.86**	-	
ENL	-0.44*	-0.72**	-0.02	-0.58*	-0.67**	0.08	0.42*	0.04	-0.81**	0.99**	-

DCOS: Días a cosecha, ALT: Altura (cm), DF: Días a floración; RMS: Rendimiento en materia seca, TA: Tallo (% en MS), HO: Hoja (% en MS), VA: Vaina (% en MS). PC: Proteína cruda, FND: Fibra detergente neutro, DIVMS: Digestibilidad *in vitro* de la materia seca, ENL: Energía neta de lactación, *=significativo (P<0.05); **=significativo (P<0.01).

CONCLUSIONES

El grupo de las diez leguminosas evaluadas pueden ser cultivadas con éxito bajo condiciones de temporal en Tepatitlán Jal., las cuales presentan una buena calidad nutricional cosechadas en etapa R6, con promedios de 39.3% de FND, 82.1% de DIVMS, 17.2% de PC y 1.7 Mcal/kg de MS de ENL. Por RMS sobresalen la soya Nainari, soya Guayparime y Veza villosa.

BIBLIOGRAFIA

Arriaga, J. C., Espinoza O. A., Albarrán P. B., Castelán O. O. 1999. Producción de leche en pastoreo de praderas cultivas: Una alternativa para el Altiplano Central. Ciencia Ergo Sum. 6: 290-230

Bremner, J.M. 1996. Nitrogen-total. In: Methods of soil analysis: Part 3 Sparks D. L. (ed) SSSA Book ser. 5 SSSA, Madison WI. Pp:1085-1121.

Buxton D.R. Menters D.R. and Fisher D.S. 1996. Forage quality and ruminant utilization. *In* Cool season grasses. Agronomy monograph. American society of Agronomy, Crop Science Society of America. Madison, WI pp:229-266.

Goering, H.K. Van Soest P.J. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures, and some applications). Handb. 379. USDA-ARS, Washington, D.C. 20 p.

National Research Council (NRC). 2001. Nutriment requirement of dairy cattle. National Academy. 381 p.

Ortiz S.J., García T.O y Morales T.G. 2005. Sistemas de producción lechera en México. Lechería familiar. Manejo de Bovinos productores de leche. Colegio de Postgraduados, p. 3.

SAS SAS/STAT User´s Guide (Release 603) 1988 Cary NC, USA: SAS Inst Inc.

Valvel G.E. and Wilhelm. 2003. Soybean nitrogen contribution to corn and sorghum in west corn belt rotations. Agron. J. 95:1220-1225.

Villarreal J. H., Arias L. E., Sánchez R. A., Tovar M.R. y Núñez G. 2012. Caracterización agronómica y nutricional del forraje de cereales de grano pequeño en los Altos de Jalisco. Memoria XXIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED.Pp 1397-1401.

RESPUESTA ESTRAL Y FERTILIDAD EN CABRAS CRIOLLAS CON BIOESTIMULACIÓN SEXUAL (EFECTO MACHO) A CORRAL ABIERTO.

Vélez LI[1*], Maldonado JJA[1], Chávez SAU[1], Valle MED[2].,Véliz FG[2], Salinas GH[1].

[1]INIFAP-Campo Experimental La Laguna [2]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna
velez.leonardo@inifap.org.mx

INTRODUCCIÓN

Los ciclos reproductivos de los animales domésticos obedecen a múltiples factores que, al ser interpretados, determinan la conveniencia de su presentación. En ovejas (*Ovis aries*) y cabras (*Capra hircus*) domésticas el factor principal que controla los cambios en la reproducción es el fotoperiodo (Malpaux *et al.,* 2001). La percepción en la duración del día y su interpretación por el sistema nervioso central, vía melatonina (ritmo endógeno circadiano), es un mecanismo que controla los cambios estacionales. La disminución en la duración de la luz del día (días cortos), aumenta invariablemente la secreción de LH y esta a su vez de la testosterona y del crecimiento testicular mientras que los días largos, las inhiben. La alternancia de días largos y días cortos son esenciales para el control de la reproducción estacional (Chemineau, *et al*., 2003), ya que existe otro mecanismo importante como un ritmo endógeno circanual de la actividad neuroendocrina influenciada igualmente por el fotoperiodo (Karsh *et al*., 1991). En las zonas templadas, para inducir la actividad sexual de los machos cabríos de las razas Alpino y Sannen en el periodo de reposo sexual, se utilizan 2 meses de días largos artificiales seguidos de la aplicación de melatonina (Chemineau *et al*., 1986) y en las zonas subtropicales la sola aplicación de 2.5 meses de días largos induce actividad sexual de los machos de la misma raza (Vélez *et al*., 2006). De manera similar, en las zonas subtropicales, particularmente en el subtrópico mexicano, la aplicación de estos mismos tratamientos (días largos con o sin melatonina) resultan en una intensa actividad sexual en los machos cabríos criollos (Delgadillo *et al*., 2002). Otro factor importante en los ciclos reproductivos de estas dos especies es la presencia de compañeros con actividad sexual manifiesta (Álvarez y Zarco, 2001). Introducir un macho dentro de un grupo de hembras, se le conoce como efecto macho (Véliz *et al.,* 2002, 2006), mientras que la introducción o la presencia de hembras en celo dentro de un rebaño, se le conoce como efecto hembra (Véliz *et al.,* 2006; Walkden-Brown *et al*., 1993).

El efecto macho, es una técnica utilizada desde hace tiempo para inducir la actividad sexual de las hembras en anestro con una eficacia muy alta. La introducción de un macho en un grupo de hembras provoca un rápido aumento en la frecuencia de los pulsos de la hormona luteinizante, un pico preovulatorio de la misma gonadotropina y la ovulación. En los caprinos de la Comarca

Lagunera, esta técnica se ha utilizado con muy buenos resultados, los cuales nos indican que más del 75% de las hembras en anestro puestas en contacto con machos sexualmente activos presentan comportamiento estral y ovulatorio en los primeros 15 días (Flores *et al*., 2000; Delgadillo *et al*., 2001, 2002). Sin embargo, el efecto macho se ha estudiado, separando las hembras de las otras en los rebaños, de tal manera que solo las hembras seleccionadas tienen contacto con el macho. Por lo tanto el objetivo de este trabajo es, determinar la respuesta estral y la fertilidad de las hembras expuestas al efecto macho sin separarlas de las demás hembras del rebaño.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en un rebaño de 80 cabras en el ejido Ignacio Zaragoza municipio de Viesca y otro rebaño de 110 cabras en el ejido El Sacrifico municipio de Matamoros, Coahuila, México (Comarca Lagunera; 26° N). Se utilizaron únicamente 40 cabras criollas, las cuales se dividieron en dos grupos homogéneos de acuerdo al la condición corporal y al peso corporal un grupo por cada rebaño. El grupo 1 (n=20) con una condición corporal de 1.8 puntos y un peso de 47.5 kg se denominó SA y el grupo 2 con una condición corporal de 1.7 puntos y in peso de 44 kg se denominó SI. Ambos grupos estuvieron separados por una distancia mayor a 5 km durante el estudio. Todas las hembras salieron al pastoreo diariamente, constituyendo toda su fuente de alimentación, sin tener ningún tipo de suplemento en el corral, tenían agua y sales minerales a libre acceso. El día 17 de marzo de 2013 cada grupo se puso en contacto con dos machos, el grupo SI con machos sexualmente inactivos y el grupo SA con machos sexualmente activos, estos últimos, recibieron un tratamiento fotoperiodico de 2.5 meses de días largos artificiales a partir del 1 de noviembre de 2012. En cada grupo de hembras se observó la conducta estral dos veces al día durante 15 días, un periodo de una hora en la mañana (8:00-9:00 hrs.) y un periodo de una hora en la tarde (18:00-19:00 Hrs.). Las variables observadas fueron la presencia de celo y gestaciones. El porcentaje de celos y de gestación se analizaron mediante una prueba de chi-cuadrada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados (Cuadro 1), demuestran que la actividad sexual de los machos cabríos criollos es importante en la inducción de celo y en la fertilidad de las cabras en anestro, aún permaneciendo junto con todas las hembras del rebaño. La intensidad en el comportamiento sexual de los machos es un factor determinante en la respuesta sexual de las hembras

sometidas al efecto macho (Rosa *et al*., 2000). Carrillo *et al.,* 2010, reportaron que los machos cabríos criollos con una intensa actividad sexual tienen al capacidad de inducir las hembras en anestro aún disminuyendo la proporción macho-hembra (1-10, 1-20 y 1-40) obteniendo una respuesta del 90% de hembras en celo. La actividad sexual de los machos en este estudio demuestra que es suficiente para detectar, inducir y sincronizar el celo, así como de obtener una buena fertilidad en las hembras, aún sin separarlas de las otras hembras de un mismo rebaño. El grupo SA presentó el 100% (20/20) de hembras que presentaron al menos un celo en un periodo de 15 días y un 81% de fertilidad de las misma hembras, contrario a el grupo SI que solo 45% (9/20) de las hembras presentaron celo y 19% (4/20) presentaron gestación.

Cuadro 1 Porcentaje de hembras que presentaron estro y fertilidad

	Hembras en estro (%)	Fertilidad (%)
Grupo SA	100 (20/20)[a]	81 (17/20)[a]
Grupo SI	45 (9/20)[b]	19 (4/20)[b]

Las letras diferentes indican diferencia estadística de P<0.01.

CONCLUSIÓN

Se concluye que la actividad sexual de los machos cabríos es determinante en la inducción de celo y en la fertilidad de las hembras expuestas al efecto macho, aún sin separarlas de las demás hembras del rebaño (corral abierto). Es necesario realizar más estudios para determinar la máxima capacidad en proporción macho-hembra de los machos en la inducción de celo bajo el sistema de corral abierto.

BIBLIOGRAFÍA

Alvarez R, and Zarco Q. 2001. Los fenómenos de bioestimulacion sexual en ovejas y cabras. Vet. Mex. 32 117-129.

Carrillo E., Meza-Herrera CA and Véliz FG. 2010. Estacionalidad reproductiva de los machos cabríos de la raza Alpino-Francés adaptados al subtrópico Mexicano. Rev. Mex. Cienc. Pecu. 1 (2): 169-178.

Chemineau P., Normant E Ravault JP and Thimonier J. 1986. Induction and persistence of pituitary and ovarian activity in the out-of-season lactating dairy goat after a treatment combinig a skeleton photoperiod, melatonin and the male effect. J. Reprod. Fretil. 78 497-504.

Chemineau P., Morillo H., Delgadillo JA Y Malpaux B. 2003. Estacionalidad reproductiva en pequeños rumiantes: mecanismos fisiológicos y técnicas para la inducción de una actividad sexual a contra-estación. 3er congreso ALEPRYCS, Viña del Mar, Chile, mayo del 7 al 9.

Delgadillo JA., Carrillo E., Morán J., Duarte G., Chemineau P and Malpaux B. 2001. Induction of sexual activity of male creole goats in subtropical northern Mexico using long days and melatonin. J. Anim.Sci. 79 2245-2252.

Delgadillo JA., Flores JA., Véliz FG., Hernández HF., Duarte G., Vielma J., Poindron P., Chemineau P and 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.

Flores JA., Véliz FG., Pérze-Villanueva JA., Martínez de la Escalera G., Chemineau P., Poindron P., Malpaux B and Delgadillo JA. 2000. Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonale anestrus in female goats. Biol. Reprod. 62 1409-1414.

Karsch FJ., Woodfill CJI., Malpaux B., Robinson JE and Wayne NL. 1991. Melatonin and mammalian photoperiodism: Syncronisation of annual reproductive cycles. In *Suprachiasmatic Nucleus: The Mind´s Clock,* DC Klein, RY Moore, and SM Reppert, eds, pp 217-232, Oxford University Press, New York.

Malpaux B., Migaud M., Tricoire H and Chemineau P. 2001. Biology of mammalian photoperiodism and the critical role of the pieal gland and melatonin. Journal of Biological Rhythms. 4 336-347.

Rosa H., Juniper D., and Bryant M. 2000. The effect to exposure to oestrous ewes on rams sexual behavior, plasma testosterone concentration and ability to stimulate ovulation in seasonally anoestrous ewes. Appl. Anim. Behav. 67 293-305.

Vélez LI, Carrillo E, Valera VMA, Véliz FG, Malpaux B, Delgadillo JA. 2006. Long days stimulate the sexual behavior of the alpine male goats allocated in subtropical northern mexico. Veracruz, México.

Véliz FG., Moreno S., Duarte G., Vielma J Chemineau P., Poindron P., Malpaux B and Delgadillo JA. 2002. Male effect in seasonally anovulatory lactating goats depends on the presence of sexually active bucks, but not estrous females. Animal Reproduction Science. 72 197-207.

Véliz FG., Poindron P., Malpaux B and Delgadillo JA. 2006. Maintainig contact with bucks does not induce refractoriness to the male effect in seasonally anestrous female goats. Animal Reproduction Science. 92 300-309.

Walkden-Brown, S. W.; Restall, B.; Henniawati. 1993. The male effect in the Australian cashmere goat 3. Enhancement with buck nutrition and use of estrous females. Animal Reproduction Science 32: 69–84. doi:10.1016/0378-4320(93)90058-Y.

PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE TRITICALE (*X Triticosecale Wittmack*) CON ESTIERCOL RESIDUAL, BAJO RIEGO SUPERFICIAL

Héctor Idilio Trejo Escareño[1], Enrique Salazar Sosa[1], Ignacio Orona Castillo[1], Claudia Zamantha Chavarría Hernández[2] y Enrique Salazar Melendez[3]

[1]Facultad de Agricultura y Zootecnia-Universidad Juárez del estado de Durango (FAZ-UJED)
idilio72@yahoo.com.mx, [2]Egresada Maestría FAZ-UJED, [3]Estudiante de Doctorado DICAF

INTRODUCCIÓN

El Triticale es un cultivo nuevo y el primer cereal creado por el hombre, producto del cruzamiento artificial entre el Trigo y el Centeno. Tiene características, las que varían según la línea, tales como tipo de grano, resistencia, acame, adaptación y fechas de siembra. Se le considera como un cultivo pobre en cuanto a su adaptación, pero se adapta mejor que otras gramíneas en áreas con suelos pobres, salinos y suelos ácidos; además, tiene mayor tolerancia a las heladas que el Trigo; cuando se encuentra en desarrollo vegetativo, se caracteriza por tener bastante gluten, que es utilizado para harina para pan, para hacer bolillos, tortillas, panques y algunas pastas. Tiene un sabor a nuez, más fuerte que el Trigo, pero menor al del Centeno. Y aunque en un principio este cereal fue destinado para consumo humano, en la actualidad, las mejoras genéticas se dirigen hacia alimentación de ganado (Peña *et al*., 2002). La Región Lagunera es una de las principales cuencas lecheras de México con 500,000 cabezas de ganado bovino lechero, y una producción de estiércol que llega a los 1, 200,000 toneladas por año (Pérez Cañedo, 2008). Lo anterior ha impactado en la demanda de forrajes, así como de otras fuentes alternativas de alimentos (Salazar *et al*., 2010).

Los abonos orgánicos no solo mejoran las condiciones físicas del suelo, sino que aportan una cantidad importante de nutrientes y una reducción en los costos de producción (González 2005). Sin embargo, el proceso de adicionar estiércol al suelo debe ser considerando los tratamientos activos de estiércol apropiados para ello; de lo contrario, puede ocasionar un foco de contaminación de riesgo sanitario y contaminación de fuentes de agua (Fortis *et al.,* 2007).

MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en las instalaciones de la FAZ-UJED, durante el ciclo Otoño-Invierno de 2011. Los factores de estudio fueron variedades (Eronga y AN 150) y el estiércol bovino (0, 20, 40, 60, 80 t ha^{-1} de estiércol y 100-150 kg ha^{-1} de N-P). La distribución de los tratamientos se hizo bajo un diseño de bloques al azar con arreglo en franjas con tres repeticiones. Las variables medidas en la planta son forraje verde y seco y en el suelo, Materia Orgánica, pH, Conductividad Eléctrica y nitrógeno inorgánico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de forraje

El análisis de varianza para la producción de forraje verde y seco muestra diferencia estadística para los tratamientos de estiércol con una Pr>F 0.0005, para las variedades no se encontró diferencia estadística. La separación de medias dice que no hay diferencia entre los tratamientos de estiércol pero si hay diferencia con respecto al testigo y al fertilizante químico; siendo más bajo el testigo con 13.5 y 7,75 t ha^{-1} de forraje verde y seco, aunque estadísticamente iguales los demás tratamientos de estiércol, se muestra mayor producción en el tratamiento de 20 t ha^{-1} de estiércol con 36.16 t ha^{-1} de forraje verde, la tendencia se muestra en la figura 1. Los resultados obtenidos son similares a lo reportado por Murillo *et al*., 2001; quienes concluyeron que los triticales de invierno tienen un rendimiento promedio de 35 t ha^{-1}.

La producción de forraje seco fue entre 40 y 70 % del peso verde debido al estado de maduración en el que fue cortado (figura 2), los resultados obtenidos son muy superiores a lo reportado por Lozano *et al.,* 2002 quienes obtuvieron 4.2 t ha^{-1} en el primero de 3 cortes los cuales sumaron 11.6 t ha^{-1}, los resultados obtenidos se explican por dos factores, el primero de ellos es la adición de materia orgánica la cual provee de nutrientes a través del ciclo del cultivo. El otro factor importante es el clima de la Comarca Lagunera en invierno el cual es favorable para el desarrollo del cultivo.

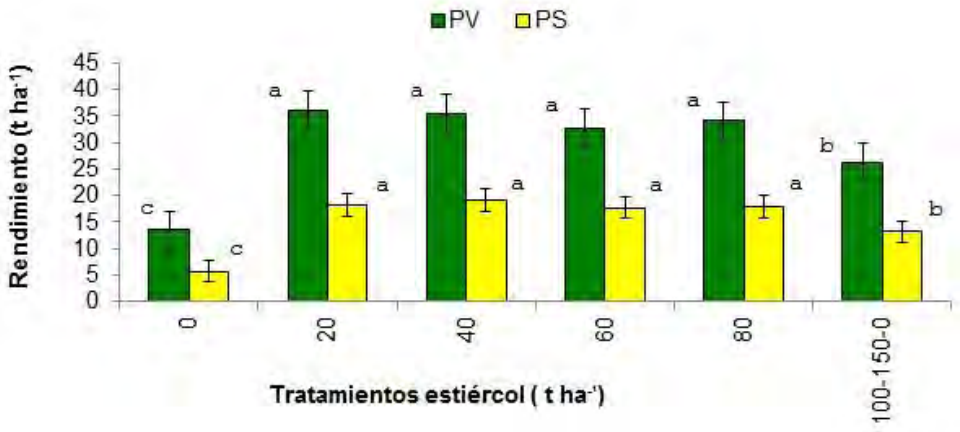


Figura 1. Rendimiento en verde y en seco por tratamientos de estiércol al final de la cosecha.

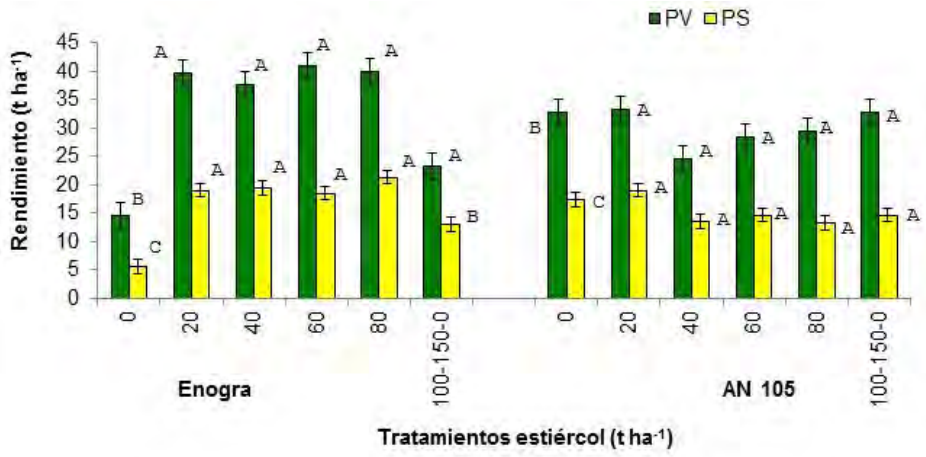


Figura 2. Rendimiento de triticale según la variedad y el tratamiento de estiércol.

Variables del suelo

Materia Orgánica

El análisis de varianza para materia orgánica en el suelo nos indica diferencia estadística en las profundidades con una Pr>F de <0.0001 (cuadro 1), para las variedades no se encontró diferencia estadística. La separación de medias nos dice que no hay diferencia estadística para los tratamientos de estiércol, siendo los más bajos el testigo y el fertilizante químico con 2% de materia orgánica; el más alto es el de 40 t ha^{-1} de estiércol con 2.44%. La acumulación de materia orgánica en los primeros estratos del suelo se debe a que es ahí donde existe la mayor actividad enzimática (Salazar *et al.,* 2009). El estiércol contiene grandes cantidades de desechos orgánicos de fácil descomposición por lo que la adición al suelo incrementa la actividad biológica y repercute en su fertilidad (Romero, 2002).

Potencial hidrogeno (pH)

El análisis de varianza para el pH muestra diferencia estadística por profundidad con una Pr>F de 0.0095; para las variedades no se encontró diferencia estadística. La separación de medias no se encuentra diferencia estadística entre los tratamientos de estiércol pero si hay para las profundidades siendo más alto en la profundidad de 0-7.5 cm y más bajo a 120-150 cm (cuadro 1). La descomposición de los abonos orgánicos adicionados ocurre en el primer extracto de suelo y como producto libera muchos iones los cuales tienden a incrementar el pH en el suelo. Alvarez-Sanchez *et al.,* (2006) concluyeron que los suelos con abonos orgánicos el pH se incrementa. Jiménez *et al.,* (2004) también concluyen que el pH se incrementa en suelos estercolados.

Conductividad Eléctrica (C.E.)

El análisis de varianza para la C.E. no muestra diferencia estadística en ninguna variable (cuadro 1);

Cuadro 1. Medias de materia orgánica, pH, conductividad eléctrica por profundidad CAE-FAZ-UJED. 2012.

Profundidad (cm)	Materia orgánica (%)	pH	C.E. (dS m^{-1})	Nitrógeno inorgánico (mg kg^{-1})
0 - 7.5	3.54 a	7.56 a	2.0039 a	17.13 a
7.5 – 15	3.204 b	7.49 ab	1.831 a	16.07 a
15 – 30	2.841 c	7.43 abc	1.975 a	15.54 a
30 – 60	2.148 d	7.38 bcd	2.221 a	12.33 a
60 – 90	1.620 e	7.37 bcd	2.145 a	10.30 b
90 – 120	1.281 ef	7.32 cd	2.091 a	8.82 b
120 – 150	1.403 f	7.26 d	2.046 a	9.06 b

Nitrógeno inorgánico (nitratos+amonio)

El análisis de varianza para el contenido de nitratos+amonio nos indica diferencia estadística en profundidades con una Pr>F de 0.0687 (cuadro 1). La separación de medias nos dice que para las variedades no hay diferencia estadística, pero si hay diferencia para los tratamientos de estiércol, se muestra el mayor contenido en el tratamiento de 80 t ha^{-1} de estiércol y el más bajo se encuentra en el testigo con 22.16 y 9.05 mg kg^{-1} respectivamente (figura 3), para la profundidad nos dice que hay diferencia estadística siendo mayor la concentración a menor profundidad. La presencia de nitrato+amonio en los tratamientos con mayor aplicación de estiércol son fácilmente explicados por la mineralización del nitrógeno orgánico presente en el estiércol. A mayor cantidad de estiércol, se presentó mayor cantidad de nitrógeno inorgánico Ortega y Mardones, (2005) encontraron una media de 19.3 mg kg^{-1} en una evaluación de mineralización insitu con dosis de 40 a 240 kg de nitrógeno; según Castellano 1982 el 50% de estiércol se biodegrada en un año.

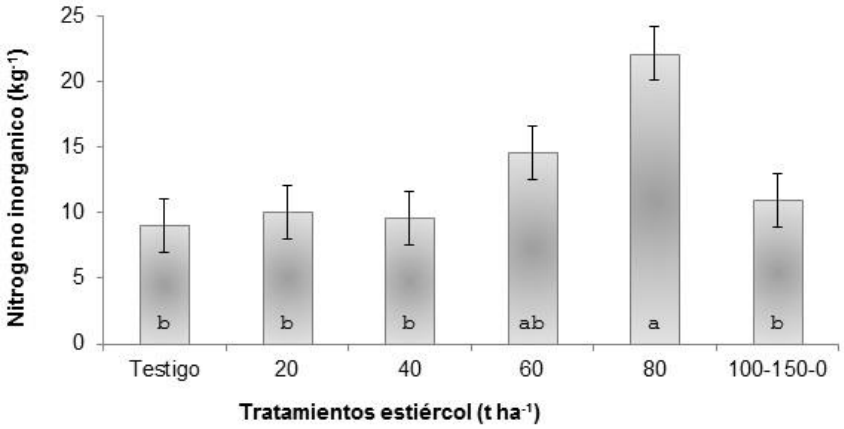


Figura 3. Contenido de nitrato-amonio por tratamiento de estiércol al final del ciclo de cultivo.

CONCLUSIONES

La concentración de materia orgánica fue mayor en los primeros 30 cm de superficie ya que es donde se encuentra la mayor mineralización.

La concentración de nitrato-amonio varía dependiendo de la concentración de estiércol aplicado, siendo el tratamiento de 80 t ha^{-1} de estiércol el de más alta concentración y en los primeros estratos de suelo.

Las variedades de triticale estudiado nos dicen que no hay diferencia significativa por lo que se concluye que el estiércol residual puede ser aprovechado por las dos variedades con buenos resultados.

BIBLIOGRAFÍA

Castellanos J. Z. 1982. La importancia de las condiciones físicas del suelo y su mejoramiento en la aplicación de estiércoles. Seminario Tec. Vol. 7.

Ortega V. R. y R. Mardones O. 2005. Variabilidad espacial de la mineralización del nitrógeno en un suelo volcánico en la provincia de Nube, VIII región, Chile, Agri.Tec.Chile 65:221:231.

Romero Espinoza E. J. 2002. Aplicación de ácido sulfúrico abono orgánico e inorgánico, sus efectos en el suelo y en la aplicación del maíz (sea maíz l) semana Internacional de Agronomía 14:18-27.

Salazar Sosa E., H. I. Trejo Escareño, C. Vázquez Vázquez, J.D. López Martínez, R. Zúñiga Tarango, J. Amado Álvarez, 2009. Distribución de Nitrógeno disponible en el suelo abonado con estiércol bovino en maíz forrajero. Terra latino Americana. 27: 373-382.

Peña Turruella Elizabeth, Miriam Carrión Ramírez, Francisco Martínez, Adolfo. 2002. Producción de abonos orgánicos en la agricultura urbana. Programa de las Naciones Unidas para la corrección. INIFAT, Ciudad de La Habana, Cuba.

Pérez-Cañedo F. 2008. El Siglo de Torreón. Produce la Región la mitad del Estiércol de Vaca en México. 29 de Julio de 2008. Torreón, Coahuila, México.

Salazar-Sosa E., H. I. Trejo-Escareño, J. D. López-Martínez, C. Vázquez-Vázquez, J. S. Serrato-Corona, I. Orona-Castillo y J. P. Flores-Márgez. 2010. Efecto residual de estiércol bovino sobre el rendimiento de maíz forrajero y propiedades del suelo. Terra Latinoamericana 28(4): 381-390.

Gonzales Ch. M. C. Á. 2005. Recuperación de suelos Contaminados con metales pesados utilizando plantas y microorganismos rizostericos, revista Terra Latinoamericana. 23(1): 29-38.

Fortis, H. M., E. Salazar Sosa, I. Orona Castillo, J.A. Leos Rodríguez, J. C. Rodríguez Ríos, y L. García Galindo. 2007. Capítulo XXII: Normas de aplicación de estiércol bovino al suelo. In uso y aprovechamiento de abonos orgánicos e inocuidad. Facultad de Agricultura y Zootecnia (FAZ-UJED); CONACyT.

PRODUCCIÓN DE CHILE JALAPEÑO (*Capsicum annuum* L.), BAJO CONDICIONES DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA E INORGÁNICA CON RIEGO POR CINTILLA Y ACOLCHADO PLÁSTICO

José Ambrocio Bravo-Salas[1‡], José Luis Puente-Manríquez[2], Alejandro Moreno-Reséndez[2], José Humberto Castro-Alquisira[1].

[1‡]Estudiante del Programa Docente de Ingeniero Agrónomo. [2]Integrantes del Cuerpo Académico de Sistemas Sustentables para la Producción Agropecuaria (CASISUPA) de la UAAAN. Clave: UAAAN-CA-14 Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna. [‡]Autor por Correspondencia: jose_12ito@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La importancia del cultivo de chile en México surge desde las culturas prehispánicas, que junto con la calabaza, el maíz y el frijol, fueron la base de la alimentación de esa población del México antiguo (López 2003; Noriega 2009). El género Capsicum, incluye un promedio de 25 especies y es originario de México, Centro y Sudamérica, el nombre viene del náhuatl, chilli y se aplica a numerosas variedades. Dentro de la gran variedad de tipos de chile que se cultivan en México, el jalapeño es uno de los de mayor importancia socioeconómica por su amplio consumo, alta rentabilidad y gran demanda de mano de obra. De acuerdo con datos de 2009, la producción de chile se ubicó en 1.99 millones de toneladas. Por variedades, la tercera parte de la producción fue de chile jalapeño con 31%; ésta y otras tres; serrano (10.9%), poblano (9.7%) y morrón (8.1%) aportaron 59.7 del volumen nacional de chile. Con excepción de Aguascalientes, el jalapeño se siembra en todo el país. En 2009 se produjeron 618 mil 684 toneladas de chile jalapeño. Chihuahua (42%), Sinaloa (12.9%), Jalisco (6.6%) y Michoacán (6.3%) aportaron 67.8% de la cosecha nacional. Es la variedad con mayor demanda en el mercado con un promedio de 712,700 ton al año, cabe destacar que los chiles jalapeños son lo más vendidos y representan el 77% del sector con un promedio monto anual de $3,404.3 millones de pesos (SAGARPA 2010). El objetivo que se plantea en la presente investigación fue el de evaluar las características de desarrollo y de rendimiento del chile jalapeño bajo condiciones de fertilización orgánica e inorgánica de tal manera que favorezca a una agricultura más rentable y sustentable.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se desarrolló durante el ciclo agrícola primavera-verano 2013 en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) Unidad Laguna, localizada en Periférico y Carretera a Santa Fe, Torreón, Coahuila, México. El genotipo de chile jalapeño utilizado fue la variedad Autlan de la casa comercial Shamrock. tiene un grado alto de

picor, maduración precoz, la planta es de porte medio-alto y amplio follaje, sus frutos son de color verde oscuro de pared gruesa, produce y mantiene chiles grandes por varias cosechas. Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con dos tratamientos con tres repeticiones. Los datos resultantes fueron sometidos a análisis de varianza con el programa estadístico SAS versión 2004. Las pruebas de comparación múltiple de medias (DMS P≤ 0.5).

Las plántulas de chile se trasplantaron el 21 de Abril de 2013, a doble hilera en camas meloneras de 1.60 m con acolchado plástico a una distancia entre planta de 0.3 m, bajo un riego por goteo y una superficie de 1.6 x 10 metros por unidad experimental. Las variables evaluadas de crecimiento fueron altura de planta, diámetro del tallo, número de hojas y número de ramas; las variables reproductivas fueron rendimiento de chile por planta y número de frutos. La fertilización orgánica consistió en aplicación de estierco seco solarizado sobre el borde de la cama una cantidad de cinco kilos por metro lineal siendo una dosis de 40 ton ha^{-1}, se complementó con aplicaciones foliares e Biophos 25 plus, cada 21 días. La fertilización inorgánica la dosis de fertilización total fue de 169-149-316-77-42 $kg.ha^{-1}$ de N-P-K-Ca-Mg respectivamente repartidas en sus fases fenológicas vegetativo y reproductivo del cultivo, se inyectaron al sistema mediante un venturi.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1, se puede observar que en altura de planta, diámetro del tallo, número de hojas y número de ramas las medias de estas variables de crecimiento estadísticamente fueron no significativas, por lo que una fertilización orgánica e inorgánica en las variables de crecimiento se considera que son estadísticamente iguales. Alonso *et al.*(2002) presenta valores de crecimiento en chile jalapeño bajo fertirriego en altura de planta de 32.7 y de diámetro del tallo de 0.81 cm. Número de hojas por planta de 130 los cuales son muy bajos con respecto a los obtenidos en el presente trabajo probablemente porque ellos utilizaron una fertilización solo de nitrógeno y potasio.

Cuadro 1. Comparación de medias de variables vegetativas del cultivo de chile jalapeño variedad Autlan (*Capsicum annum* L.) bajo condiciones de fertilización inorgánica y orgánica. Torreón 2013

Tratamiento	AP cm.	DT cm.	NH	NR
Inorgánico	55 a	1.5 a	378 a	7 a
Orgánico	35 a	1.1 a	190 a	5 a

AP= Altura de planta, DT= Diámetro del tallo, NH= Numero de hojas, NR= Numero de ramas.

En el Cuadro 2 aparece el rendimiento por ha siendo la fertilización inorgánica la de mayor rendimiento con 40 t ha^{-1} y estadísticamente diferente al rendimiento bajo una fertilización orgánica de tan solo 21.3 t ha^{-1}, la comparación de medias de la variable de rendimiento de chile por planta indican significancia, es decir son diferentes la fertilización inorgánica e inorgánica en cuanto a l rendimiento por planta, no así el número de frutos por planta que en este caso fueron las medias no significativas es decir iguales, sin embargo el numero de frutos por planta es superior en la fertilización inorgánica lo que puede favorecer el rendimiento total bajo una alta densidad de población. Vásquez *et al.* (2011) evaluaron en chile jalapeño obteniendo rendimientos de 58 y 54 t ha^{-1} con una fertilización con estiércol y química respectivamente, resultados muy por arriba de los que se obtuvieron en el presente trabajo, probablemente porque se trasplantó el 11 de marzo y no les afectaron las altas temperaturas que en el caso del presente si ocurrió.

Cuadro 2. Comparación de medias de variables reproductivos del cultivo de chile jalapeño variedad Autlan (*Capsicum annum* L.) bajo condiciones de fertilización inorgánica. Torreón 2013.

Tratamiento	Rp gr.	NF	R (t ha^{-1})
Inorgánico	640.33 a	24 a	40021 a
Orgánico	341.33 b	14 a	21333 b

Rp= Rendimiento por planta, NF= Numero de fruto R = Rendimiento tonelada por hectárea

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente experimento podemos concluir que los dos tratamientos de tratamientos de fertilización orgánica e inorgánica fueron muy similares en el comportamiento de variables de crecimiento, no así en el comportamiento de variables de rendimiento principalmente en la variable rendimiento por planta, lo que puede aumentar los rendimiento totales buscando una densidad optima Esta investigación presenta la viabilidad de obtención chile jalapeño bajo condición orgánica libre de contaminantes.

BIBLIOGRAFÍA

Alonso B.M.; CH. L Tijerina; G.P Sánchez.; N. L. Aceves; E.A. Escalante; G. A. Martínez. 2002. producción de chile jalapeño con fertirriego como función de la tensión de humedad del suelo, nutrición nitrogenada y potásica. Terra Latinoamericana, vol. 20, núm., 2 pp. 209-215.

López R., G. O. 2003. Chilli: La especia del Nuevo Mundo. Ciencias 69.66-75.

Noriega A., M. N. 2009. Los chiles de México: catálogo visual. Arqueología Mexicana Revista Edición Especial 32:12-74.

SAGARPA. 2010. Un panorama del cultivo del chile. Servicio de información agroalimentaria y pesquera

Vázquez V. C; H.J.; García; S. E. Salazar; M. J. López M. J.; C. R. Valdez; C. I Orona ; R. M Gallegos; R. P. Preciado. 2011. Aplicación de estiércol solarizado al suelo y la producción de chile jalpeño (*Capsicum annuum* L.). Revista Chapingo. Serie Horticultura, vol. 17, num 1 pp 69-74

RELACIÓN ENTRE LA COBERTURA AÉREA Y LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA EN DOS SITIOS DE PASTIZAL EN EL ESTADO DE DURANGO

Gutiérrez Gutiérrez Obed Gabriel[1] (fazobed@hotmail.com), Quiñones Vera Jesús josé[2], Valenzuela Rosales Juan José[2], García Gaytan José Juan[2] y Gutiérrez Guzmán Ulises Noel[2]

[1] Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Zootecnia y Ecologia, [2] Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Agricultura y Zootecnia

INTRODUCCIÓN

En México el matorral xerófilo y pastizal natural ocupan una extensión aproximada de 70 millones de hectáreas, equivalente al 50.3% del total de su superficie; siendo los ecosistemas terrestres con mayor presencia (Merino et al., 2008). El estado de Durango cuenta con una superficie total de 123,451.3 km2. De éstos, 52,204.2 km2 (42.3%) son de pastizales, incluyendo áreas de matorrales xerófilos (INEGI, 2011). Esta última superficie ha sido utilizada para la alimentación en pastoreo de ganado doméstico, entre los que sobresalen el ganado bovino con 1,135`525 cabezas, ganado caprino y equino, además de animales silvestres que pastorean y/o ramonean en dicha área (Censo Agropecuario, 2007). Sin embargo, los pastizales son recursos naturales que en muchas ocasiones han sido explotados inapropiadamente, trayendo como consecuencia un deterioro de los mismos. Esto se ha manifestado en pérdidas de cobertura y diversidad vegetal, perdida de agua y de suelo y, en general, baja productividad. Sin embargo, las formas tradicionales de medir esta variable son lentas y costosas, por lo que se es necesario contar con una metodología rápida y confiable de estimación de este parámetro biofísico de la vegetación, basándose en las tecnologías de los sensores remotos (Casiano *et al.*, 2010; Reeves *et al.,* 2001.; Tueller, 2001). Es necesario probar la relación entre las estimaciones de la cobertura vegetal con las nuevas tecnologías y la variable de mayor interés, como la disponibilidad de biomasa de herbáceas en un pastizal, que hagan más eficiente y más rápida la toma de decisiones respecto al cómo manejar el recurso pastizal. Esta herramienta debe ser precisa, oportuna, rentable y fácil de usar para ser de valor para los pastizales gerentes. Los objetivos del presente trabajo fueron: 1) Determinar el comportamiento de la cobertura y producción del estrato herbáceo en sitios de pastizal en el estado de Durango y 2) Relacionar las variables anteriores utilizando procedimientos de regresión y correlación simple.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio El presente estudio se realizó en dos predios de agostadero correspondientes al área conocida como las Cuchillas de la Zarca, dentro del municipio de Hidalgo: Agua Nueva y El Mirador, ambos en el estado de Durango. Éste forma parte de un estudio de mayor amplitud tanto a nivel regional (Comarca Lagunera) como nacional, cuyo título es "Sistema de Monitoreo Terrestre Orientado a la Ganadería", en el cual intervienen diferentes instituciones de educación superior e investigadores nacionales. El área conocida como Cuchillas de la Zarca abarca una superficie aproximada de 4,261 km2 y comprende al menos parte de los municipios de Hidalgo, Indé, Ocampo, Rodeo, San Luis del Cordero, San Pedro del Gallo, Nazas y P. de Coronado; en el estado de Durango, y una pequeña porción del estado de Chihuahua (Figura 1). El periodo de lluvias ocurre entre junio y septiembre, en cuyos meses se obtiene casi el 80 % de la precipitación anual que es de 393 mm anuales, el resto se distribuye en los meses restantes, incluyendo los meses invernales (Quiñones *et al,.* 2010).

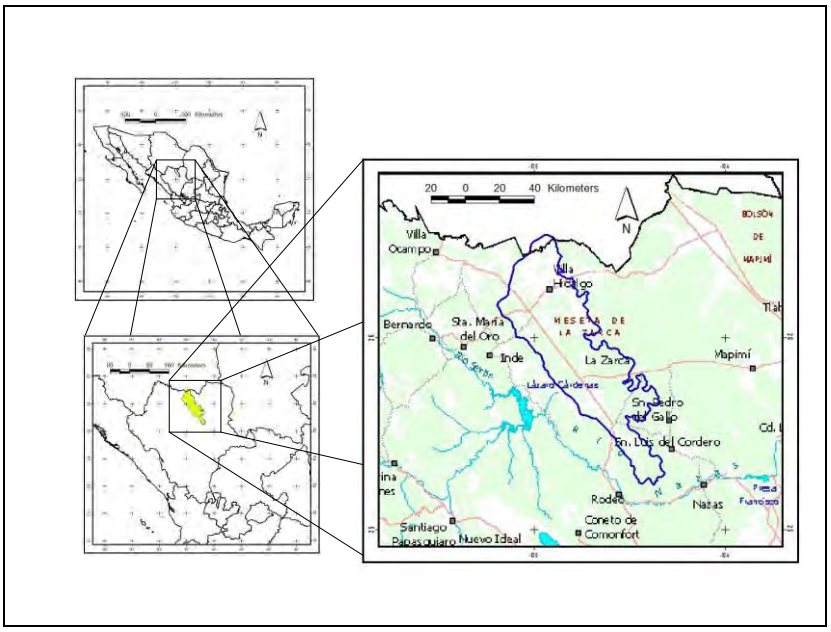


Figura 1. Ubicación del área "Cuchillas de la Zarca" el cual comprende un polígono irregular, esquina superior izquierda Lat 26°29'50.58''N y Long 25°15'45.6"W; esquina inferior derecha Lat 105°11'25.12''N y Long 104°20'11.63''W (Fuente: Quiñones *et al.* 2010).

MATERIALES Y METODOS

Para la recolección de los datos de biomasa se utilizó un sistema de muestreo sistemático, el cual consistió en ubicación de un cuadrante de de 225 ha (1.5 km x 1.5 km) en cada uno de los sitios permanentes de muestreo (SPM), en los cuales a su vez se establecieron 9 Estaciones de Muestreo (EM) de acuerdo a los criterios de homogeneidad y representatividad de la vegetación

como lo describe la Figura 2. Cada una de las EM medió 1 ha (100 m x 100 m). Las EM se enumeraron de Norte-Sur y de Este-Oeste, en cuyo interior se distribuyeron 17 Puntos Generales de Muestreo (PGM), separados a 12.5 m entre sí. En cada cuadrante se estableció un punto denominado Punto de Muestreo de Biomasa (PMB) seleccionados completamente al azar.

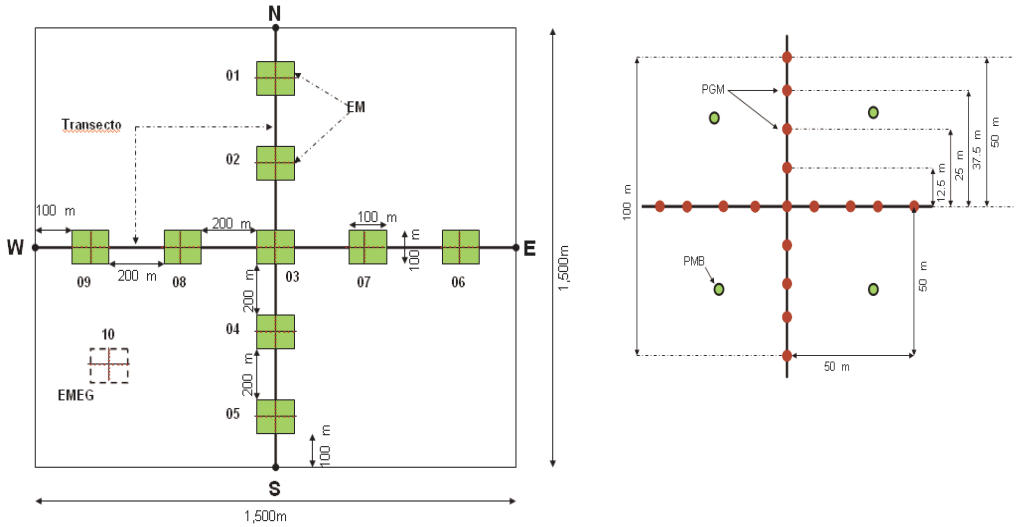


Figura 2. Representación esquemática de un SPM con sus nueve estaciones de muestreo (EM) y Distribución de los puntos de muestreo radiométrico (PMG) y de biomasa (PMB) dentro de una Estación de Muestreo (EM).

Ubicación de los PMG en Campo. El trabajo de campo inició en el mes de febrero del año 2010, con la ubicación de los PMG con clavos de 8 pulgadas de longitud y rondanas, pintados de diferente color según su ubicación: rojo el centro, verde el norte, azul el sur, amarillo el este y dorado el oeste, y de color blanco los puntos intermedios, para que las mediciones fuesen realizadas siempre en el mismo punto en las diferentes visitas posteriores.

La ubicación (latitud-longitud) de los PMG dentro del SPM, así como los extremos de la EM se realizó mediante un GPS Trimble Juno SB, con aproximación o exactitud de 1 m.

Registro de datos

En cada PGM, se elevó el equipo (Cámara fotográfica digital Sony Cybershot S730) mediante un bastón telescópico ajustable a 3.20 m de altura y se capturó una fotografía digital a NADIR para un análisis de cobertura vegetal, en cada EM. Las fotografias se guardaron de acuerdo a una nomenclatura y con programas específicos para cada proceso de la codificación.

Además de lo anterior, se colectaron muestras de biomasa utilizando un aro de poliuretano con un diámetro de 1.60 m (área radiométrica) y Las estimaciones de biomasa se consideraron para el estrato herbáceo. En cada uno de los cuadrantes de las EM se distribuyeron cuatro PMB al azar, se registraron datos fotográficos también; se procedió a colectar la biomasa en bolsas de papel identificadas, las cuales se pesaron al momento del corte en fresco y posteriormente se secaron al aire, y se pesaron nuevamente a peso constante.

Fechas de muestreo

En cada Sitio Permanente de Muestreo (SPM) se realizaron cinco mediciones durante el año de 2011, las cuales no coincidieron en fechas debido a la imposibilidad de trabajar al mismo tiempo en los SPM con un solo equipo.

Tratamiento de las imágenes

Se analizaron mediante los programas ENVI 4.0 y Corel 12 según la metodología propuesta por Casiano *et al.,* 2010.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Agua Nueva. En el diagrama de dispersión y línea de tendencia de la Figura 3, que corresponde a los pares de datos de biomasa y cobertura en los puntos de muestreo de biomasa (PMB) correspondientes a las 5 fechas de medición del predio, podemos observar que se tiene una relativamente buena relación entre los datos de las dos variables. Este diagrama muestra además de que al menos dentro del rango de valores de las variables medidas, el mejor modelo corresponde a una línea recta. Sin embargo, como un método de estimación de la producción forrajera a partir de la cobertura estimada en fotografías a nadir del PMB, quizás no sea el más conveniente debido a la amplia variación o dispersión de los puntos en el diagrama. Si bien el modelo es altamente significativo ($P < 0.01$) tal como se muestra, donde el valor de probabilidad (P) tanto para el modelo ($F = 285.22$) como para la pendiente (t student) es 0.00 ($P < 0.01$). Sin embargo, el mismo cuadro muestra que el intercepto no es estadísticamente diferente de cero ($P > 0.05$).

El modelo de regresión presenta un valor para el intercepto (b_0) de – 0.2831, mientras que la pendiente (b_1) es de 1.3688. Los errores estándar estimados para dichos valores son 1.1990 y 0.08105, respectivamente En seguida se presentan los diagramas de dispersión con sus respectivos modelos de regresión por fecha de muestreo y por niveles de producción, salvo para la segunda debido a que en ésta no se encontró producción de biomasa alguna.

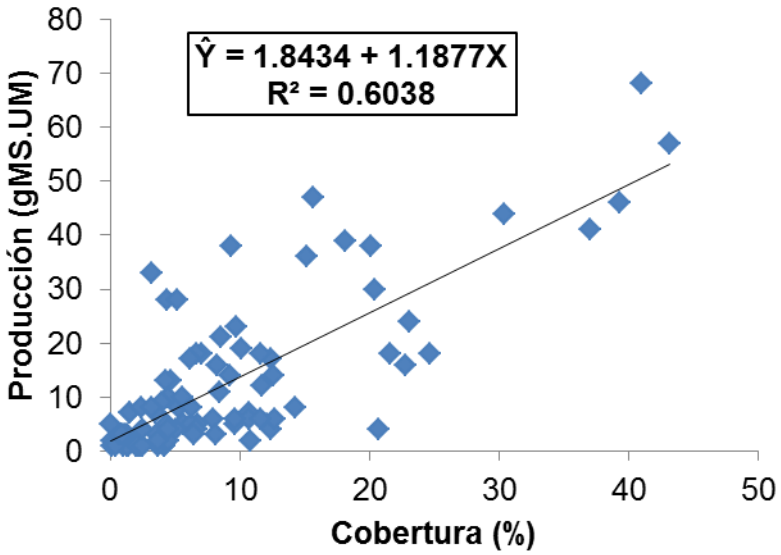


Figura 3. Diagrama de dispersión y línea de estimación para la biomasa expresada en g MS.UM (Unidad de Muestreo= 2.01 m^2) y cobertura expresada en % en el SPM Agua Nueva (FAZ-UJED 2011).

El Mirador. Podemos observar en la figura 4, para todos los datos de medición del sitio, un coeficiente de determinación (R^2) de 65.84%. El modelo de regresión para el diagrama fue **$\hat{Y}$ = - 0.2831 + 1.3688x.** Todo esto mediante una regresión lineal o línea de tendencia lineal. En la figura anterior podemos apreciar tres líneas de tendencia, las cuales separaremos para tener una mejor perspectiva del comportamiento de los 150 valores de datos para el sitio, durante las 5 fechas de medición realizadas a lo largo del año 2011.

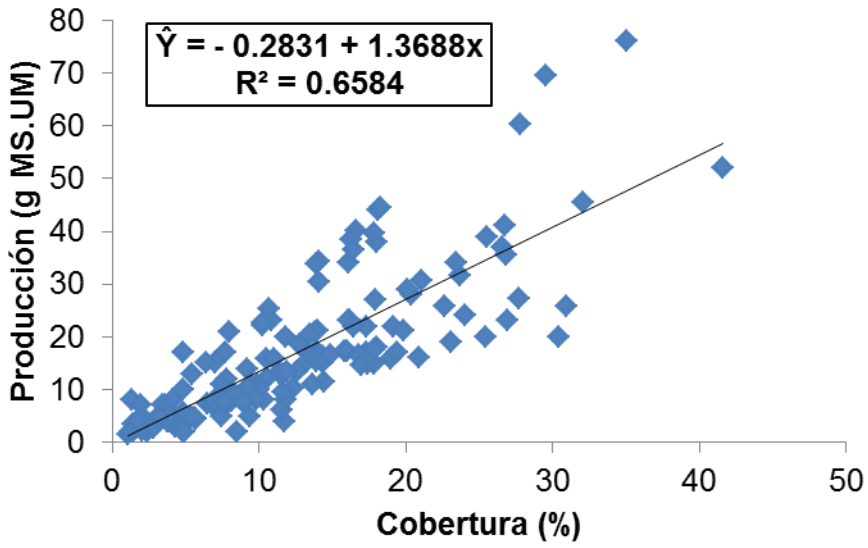


Figura 4. Diagrama de dispersión y modelo de regresión lineal simple en el SPM El Mirador (FAZ-UJED 2011).

CONCLUSIONES

Los modelos de regresión muestran que es factible estimar el peso seco de la biomasa forrajera del pastizal, mediante el uso de técnicas de regresión y correlación, con la cobertura como variable independiente y estimada a partir de fotografías a NADIR en unidades de muestreo de aproximadamente 2.0 m^2.

Los diagramas de dispersión evidencian que los mejores modelos de regresión para estimar la producción forrajera, a partir de la cobertura vegetal, son los lineales.

Considerando las conclusiones anteriores, fue evidente la necesidad de incluir en los modelos de regresión considerados en este estudio y para trabajos posteriores, la variable altura de la biomasa forrajera.

BIBLIOGRAFÍA

Casiano, M. D., y M. Bolaños. 2010. Manual de Campo para el Sistema Nacional de Monitoreo Satelital Orientado a la Ganadería SIMSOG. Texcoco, México. 30 pp.

Censo Agropecuario. 2007. La ganadería bovina en los Estados Unidos Mexicanos: Censo Agropecuario 2007 / Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Universidad de Guadalajara.-- México: INEGI, c2012. 67 pp.

Espinoza, C., L. Aguilar A., E. Martínez, L. Gómez, y E. Loa. 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, D.F.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2011. Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos. 757 pp.

Merino, L., J. Rodríguez, G. Ortiz y A. García. 2008. Estudio estratégico sobre el sector forestal mexicano. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible A.C. México, D.F. 215 p.

Quiñones, V.J.J., C.M. Valencia C., G. Jiménez G., R. Carrillo F., y E. Castellanos P. 2010. Informe final, estudio previo justificado para el establecimiento del área protegida Cuchillas de la Zarca. Universidad Juárez del estado de Durango. Venecia, Dgo. 51 p.

Reeves, MC, Winslow JC, y SO en ejecución. 2001. Cartografía de la productividad semanal de vegetación de los pastizales mediante algoritmos de MODIS. Diario del rango de Gestión de cincuenta y cuatro: A90 - A105.

Tueller, PT 2001. Remoto de detección de la producción y la utilización amplia. Journal of Range Management 54: A77 - A89. CrossRef

RESPUESTA DEL TOMATE EN INVERNADERO A LA APLICACIÓN DIFERENTES FRECUENCIAS DE RIEGO Y SUSTRATOS ORGÁNICOS

Alejandro Moreno-Reséndez[1‡], Pedro Edwards Solar-Cruz[1], César Márquez-Quiroz[2], Víctor Martínez-Cueto[1], Mario García-Carrillo[1], Norma Rodríguez-Dimas[1], José Luis Reyes-Carrillo[1] y José Luis Puente-Manríquez[1].

[1]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna. Integrantes del Cuerpo Académico de Sistemas Sustentables para la Producción Agropecuaria (CASISUPA) de la UAAAN. Clave: UAAAN-CA-14. [2]Integrante del Cuerpo Académico Producción Agropecuaria en el Trópico Húmedo, Clave: UJAT-CA-209. Univ. Juárez Autónoma de Tabasco. Carretera Villahermosa-Teapa km 25.
[‡]Autor por Correspondencia: alejamorsa@yahoo.com.mx y alejamorsa@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

En México, el tomate (*Solanum lycopersicum* L.) (Peralta *et al*., 2005) es la segunda especie hortícola más importante por superficie sembrada, en sistemas protegidos este cultivo supera las 2,000 ha, alcanzando rendimientos que oscilan entre 100 y 500 t•ha^{-1}•año^{-1}, los cuales dependen del nivel de tecnificación del invernadero (Sandoval, 2005). Por otro lado, la producción orgánica es una alternativa para quienes prefieren alimentos libres de plaguicidas y fertilizantes sintéticos, inocuos y con un alto valor nutricional. Preferentemente, la producción de tomate orgánico en México se efectúa en Baja California Sur (Navejas, 2002), y alcanza un precio de hasta 5.84 veces mayor que el convencional. Por lo tanto, su producción en invernadero, aumentaría los rendimientos y por ende el beneficio económico para el productor.

Nieto-Garibay *et al*. (2002), así como Aalok *et al*. (2008), destacan que el empleo de abonos orgánicos, *e.g*. compost (C) y vermicompost (VC), mejora sustancialmente diversas características de los suelos y de los sustratos de crecimiento como la estructura, la fertilidad, la capacidad de retención de humedad, la mineralización del elementos nutritivos, la diversidad y la actividad microbiana, además, mantienen valores de pH óptimos para la agricultura, evitan cambios extremos en la temperatura y controlan la erosión. Adicionalmente, Atiyeh *et al*. (2000a), Ramesh *et al*. (2005) y Manivannan *et al*. (2009) señalan que los VC, además de ser materiales finamente divididos como la turba, contienen: a) elementos nutritivos fácilmente asimilables y de lenta liberación, b) reguladores de crecimiento y otros materiales que afectan el crecimiento de las plantas, c) un índice elevado de porosidad, aireación, drenaje, y capacidad de retención de humedad, d) elevada carga y diversidad microbiana, e) una gran área superficial, entre otras características con las cuales se puede potencialmente favorecer el desarrollo de las especies vegetales.

Con respecto a la humedad, en los sustratos donde se aplicó VC, Atiyeh *et al*. (2000b)

reportaron incrementos en el contenido de ésta a través del tiempo, estableciendo además que la mayor retención de humedad podría deberse a que este material posee una relación superficie:volumen más elevada. La retención de humedad, en cantidades adecuadas y de manera homogénea, es la principal característica que se busca en un substrato, ya que a través del agua, las raíces asimilan elementos esenciales para el desarrollo de los cultivos. El agua es requerida por las plantas para llevar a cabo funciones metabólicas que permiten convertir las substancias minerales en diversos productos orgánicos. También se reconoce que mientras más elevada sea la capacidad de retención de humedad, menos frecuentes serán los riegos (Bastida-Tapia, 2001).

Por otro lado, Márquez-Hernández *et al*. (2006), han establecido que el VC puede satisfacer la demanda nutritiva de los cultivos hortícolas en invernadero durante los primeros dos meses posteriores al trasplante. A su vez, Rodríguez-Dimas *et al*. (2007) reportaron que después de dos meses los cultivos han manifestado síntomas de deficiencia, principalmente de N y sugieren que esta condición puede deberse a la baja tasa de mineralización del N dentro del VC. Por lo que, para minimizar este riesgo se determinó aplicar Té de VC (TVC) durante el desarrollo del cultivo. El TVC es la solución resultante de la fermentación aeróbica del VC en agua de la llave, que se utiliza como fuente nutritiva, debido a que contiene elementos, sustancias solubles y microorganismos benéficos (Edwards *et al*., 2010). En atención a lo anterior, el trabajo experimental se desarrolló con el propósito de evaluar el efecto de diferentes frecuencias y diferentes sustratos orgánicos de riego sobre el cultivo del tomate bajo condiciones protegidas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó, en el ciclo P-V, 2011, en el invernadero No. 2 del Dpto. de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro—Unidad Laguna, Torreón, Coahuila. La universidad se ubica dentro de la Comarca Lagunera (25º 05’ y 26º 54’ N; y 101º 40’ y 104º 45’ O, a una altitud de 1139 msnm) al norte de México, esta región recibe una precipitación promedio anual de 235 mm y su temperatura media anual es de 18.6 °C (Schmidt, 1989).

El invernadero es de forma semicircular, ocupa una superficie de 200 m^2, cuenta con cubierta de acrílico reforzado y protegido con malla sombra durante las estaciones del año más calurosos, piso de grava y sistema de enfriamiento automático mediante pared húmeda y dos extractores. Posee ventanas laterales de 1.20 m de alto, cubiertas con acrílico enrollable y protegida con malla antiáfido (Malla Plas®).

La siembra de semillas del tomate saladette cv. Cuauhtémoc (Harris Moran®) se realizó el 6/03/2011 en charolas germinadoras de 200 cavidades rellenas con Peat Moss (Premier®). El trasplante se efectuó el 9/04/2011, cuando las plántulas alcanzaron una altura promedio de 10 cm, colocando una planta por maceta. Éstas consistieron en bolsas de polietileno negro con capacidad de 18 litros, rellenas con diferentes sustratos en base al volumen. La composición de los sustratos y las frecuencias de riego evaluadas se presentan en el cuadro 1. La densidad de población fue de 4 plantas•m^{-2}.

Cuadro 1. Composición de los sustratos y frecuencia de aplicación de riegos durante el desarrollo del tomate en condiciones de invernadero

	Sustratos		
	VC:A	C:A	VC:C:A
Frecuencia de riego	(v:v:v)		
Diario (RCD)	1:1 (**S1**)	1:1 (**S2**)	1:1:2 (**S3**)
1 día sí - 1 día no (RC2D)	1:1 (**S4**)	1:1 (**S5**)	1:1:2 (**S6**)
1 día sí - 2 días no (RC3D)	1:1 (**S7**)	1:1 (**S8**)	1:1:2 (**S9**)

VC = Vermicompost; C = Compost; A = Arena; S = Sustratos (S1 – S11); RCD = Riego cada día; RC2D = Riego cada dos días; RC3D = Riego cada tres días; v:v:v = Relación volumen:volumen:volumen

La demanda hídrica del cultivo se cubrió utilizando un sistema de riego por goteo, con el cual se aplicaron dos riegos diarios; el volumen aplicado fue de 0.5 a 1.5 L•$maceta^{-1}$•$día^{-1}$, en función de la etapa fenológica del cultivo, considerando los siguientes períodos: del día 1 al 35, del 36 al 50 y del 51 al 145 ddt, la cantidad aplicada fue de 0.5, 1.0 y 1.5 L, respectivamente. Al concluir el experimento los volúmenes de agua dosificados fueron de 174.0, 111.0 y 91.0 L•$maceta^{-1}$, para los riegos diarios (RCD), riegos un día sí y un día no (RC2D), y riegos un día sí y dos días no (RC3D), respectivamente. En el caso de los riegos, debido a la etapa de desarrollo del tomate y su demanda hídrica, se determinó aplicar riegos complementarios, para las frecuencias RC2D y RC3D, durante el período de 51 a 145 ddt, el volumen aplicado se aprecia en el cuadro 2. A todos los sustratos se les aplicó TVC diluido al 2.5 %, sustituyendo el agua de riego requerida, para los períodos 1 a 35 y 36 a 145 ddt, se aplicaron 0.5 y 1.0 L de este producto. El agua de riego presentó una CE de 1.05 dS•m^{-1}, con una relación de absorción de sodio (RAS) de 2.18, pH 8.75 y se clasificó como C1S1, de bajo riesgo de salinización y alcalinización (Ayers y Westcot, 1994).

Al alcanzar 30 cm el tallo principal fue tutorado con rafia, para mantener erguidas las plantas.

Cada tercer día se eliminaron los brotes axilares, permitiendo el desarrollo de las plantas a un solo tallo. La polinización se realizó a diario y de forma manual, entre las 10:00 y las 13:00 h, al inicio de la floración, agitando la rafia utilizada como guía. Cuando los primeros racimos alcanzaron el punto rosado, se eliminaron las hojas por debajo de éstos, facilitando la aireación y la coloración de los frutos. Para el control de plagas y enfermedades se realizaron revisiones cada dos días, sobre la parte vegetativa del tomate. La Mosquita blanca (*Trialeurodes vaporiorum*, Westwood) y los trips (*Frankliniella occidentalis*, Pergande) se controlaron con insecticida orgánico Biodie®, en dosis de 40 mL•200 m^{-2}, se presentó pudrición apical esto se solucionó aumentando la humedad relativa.

La unidad experimental correspondió a una maceta, con una planta por maceta. Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, con cuatro repeticiones. La parcela grande correspondió a la frecuencia de riegos (RCD, RC2D y RC3D) y a las parcelas chicas, los sustratos (S1 – S9). Para analizar el comportamiento de las variables de rendimiento (R), peso promedio de fruto (PF), diámetro polar (DP) y ecuatorial (DE) número de fruto (NF), espesor de pericarpio (EP), número de lóculos (NL) y contendido de sólidos solubles (SS) se aplicó el análisis de varianza. Cuando se encontraron diferencias significativas se realizó una comparación entre medias utilizando la prueba DMS al 5 %. Ambos análisis se realizaron mediante el programa estadístico SAS (SAS, 1999).

Cuadro 2. Períodos y volúmenes de agua aplicados al tomate por maceta en las tres frecuencias de riego

Periodo (días)	Volumen (L)	RCD		RC2D		RC3D	
		d*V	VAPM (L)	d*V	VAPM (L)	d*V	VAPM (L)
1 - 4	0.5	4*0.5	2.0	4*0.5	2.0	4*0.5	2.0
3 - 35	0.5	32*0.5	16.0	16*0.5	8.0	10*0.5	5.0
36 - 50	1.0	15*1.0	15.0	7*1.0	7.0	5*1.0	5.0
51 - 145	1.5	94*1.5	141.0	47*1.5	70.5	32*1.5	48.0
51 - 145¶	-	-	-	47*0.5	23.5	62*0.5	31.0
Volumen de agua total•maceta^{-1}			**174.0**		**111.0**		**91.0**

RCD = Riego cada día; RC2D = Riego un día sí y un día no; RC3D = Riego un día sí y dos días no; VAMP = Volumen aplicado por maceta; d = días; V = Volumen; L = Litros.
NOTA: del volumen aplicado para los períodos 1 a 35 y 36 – 145 ddt, 0.5 y 1.0 L correspondieron al té de VC al 2.5 %; ¶ = Debido a que las plantas de tomate al iniciar la etapa de fructificación reflejaron estrés hídrico se determinó aplicar riegos complementarios de 0.5 L, en todas las macetas con las frecuencias de riego RCD2D y RC3D, para los días sin riego en estos tratamientos, por esta razón se repite el período 51 – 145 en este cuadro.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Derivado de los análisis de varianza se determinó que para todas las variables evaluadas, con respecto a la interacción riego por sustrato, presentaron diferencias estadísticas, con valores que oscilaron 0.02 a 0.0001 (cuadro 3). Por otro lado, en el cuadro 1, se aprecia que en las pruebas de comparación $DMS_{0.05}$, los resultados registraron tendencias dispares, ya que para algunas variables evaluadas destaca una (o unas) interacción(es) y para otras variables destaca otra u otras de las interacciones en estudio. Sin embargo, en términos generales, los resultados obtenidos al eliminar la aplicación de los fertilizantes sintéticos y promover el ahorro del gasto de agua por ciclo de cultivo, sugieren la necesidad de continuar con estudios similares. Estos resultados se describen a continuación.

Cuadro 3. Valores promedio y diferencia estadística de las variables evaluadas en tomate *cv*. Cuauhtémoc, desarrollado con diferentes sustratos orgánicos y diferentes frecuencias de riego bajo condiciones protegidas.

	PF*	DP**	DE*	EP*			CSS**	R**
	(g)	(cm)			NF**	NL**	(°Brix)	(kg•m^{-2})
S x R♠	0.05	0.02	0.05	0.05	0.0002	0.0001	0.03	0.0001
AC-RCD	70.65 ab	5.75 ab	4.59 ab	0.74 ab	39.25 ab	2.0 c	4.95 abc	11.66 ab
AC-RC2D	69.15 ab	4.61 c	4.23 b	0.64 ab	15.25 e	2.0 c	5.17 ab	3.88 e
AC-RC3D	57.83 b	5.15 bc	4.45 ab	**0.80 a**	15.75 de	2.0 c	**5.45 a**	3.54 e
AVC-RCD	**78.61 a**	5.69 ab	4.99 a	0.71 ab	25.50 cde	**3.0 a**	4.17 c	8.10 bcd
AVC RC2D	57.54 b	5.06 bc	**4.87 a**	0.79 ab	28.00 bcd	**3.0 a**	5.25 ab	6.94 cde
AVC-RC3D	57.75 b	5.50 ab	**4.93 a**	0.67 ab	21.75 cde	2.0 c	**5.53 a**	4.75 de
ACVC-RCD	**82.28 a**	5.74 ab	4.67 ab	0.62 b	39.75 ab	2.25 b	4.51 bc	**13.05 a**
ACVC-RC2D	72.30 ab	5.67 ab	4.69 ab	0.77 ab	**42.50 a**	2.0 c	4.25 c	**12.22 a**
ACVC-RC3D	**80.99 a**	**5.93 a**	**5.03 a**	0.78 ab	31.50 abc	2.0 c	4.66 abc	10.72 abc
Media	69.68	5.45	4.72	0.72	29.43	2.25	4.88	8.32
CV (%)	18.99	9.64	9.28	16.22	30.39	7.40	12.80	32.33

Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo a la prueba de DMS con P≤♠. S x R= interacción sustrato riego; DP= Diámetro polar; DE= Diámetro ecuatorial; CSS= Contenido de sólidos solubles; NF= Número de frutos; EP= Espesor de pericarpio; NL= Número de lóculos; PP= Peso promedio del fruto; R= Rendimiento; CV= Coeficiente de variación. Ns= No significativo; * = Significativo; ** = Altamente significativo

Respecto al PF en tres de las interacciones evaluadas ACVC-RC3D, ACVC-RCD y AVC-RCD, los pesos determinados de 82.28, 80.99 y 78.61 g, respectivamente, resultaron valores

estadísticamente iguales, superando significativamente al resto de las interacciones (P≤0.05), y de acuerdo con el Pliego de Condiciones para el uso de la Marca oficial México Calidad Suprema en Tomate "PC-020-2005" (SAGARPA-ASERCA-BANCOMEXT-SE, s/f), el primer valor corresponde a tomates de tamaño grande y los dos últimos a tomates de tamaño mediano. Estos valores fueron superados en un intervalo de 6.15 a 12.37 %, por el valor promedio, de 89.7 g•fruto^{-1}, reportado por Vásquez-Ortiz *et al*. (2010) para tomates tipo saladette fertilizados sintéticamente. Por otro lado, los tres valores superaron al intervalo de PF, de 35.17 a 71.46 g, reportado por López-Benitéz *et al*. (2012), en siete líneas de tomate.

El mayor tamaño de los frutos de tomate saladette, o tipo alargado, correspondiente al DP (P≤0.02), se registró en la interacción ACVC-RC3D con un valor de 5.93 cm, el cual coincidió con el diámetro establecido en el pliego PC-020-2005 (SAGARPA-ASERCA-BANCOMEXT-SE, s/f) para frutos "grandes". También coincidió con el valor promedio, de 5.97 cm, reportado por de la Cruz-Lázaro *et al*. (2009) para frutos de tomate desarrollados en sustratos con diferentes mezclas de arena con compost y con VC. Por otro lado, el valor de 5.93 cm fue superado con 0.4 y 1.5 cm por las longitudes reportadas por Vásquez-Ortiz *et al*. (2010) y López-Benitéz *et al*. (2012), en los experimentos previamente señalados.

En el caso del DE cuatro de las interacciones - ACVC-RC3D, AVC-RCD, AVC-RC3D y AVC-RC2D registraron valores estadísticamente iguales y superiores al resto de las interacciones (P≤0.05), con 5.03, 4.99, 4.93 y 4.87 cm, respectivamente. Estos valores superaron al valor promedio, de 4.7 cm, reportado por de la Cruz-Lázaro *et al*. (2009) para el hibrido SUN-7705 desarrollado en mezclas que incluyeron C y VC con arena. Por otro lado, los cuatro valores registrados fueron superados por la línea avanzada, L-108, de tomate saladette, en al menos 1.6 cm de DP (Gaspar-Peralta *et al*., 2012).

Para el EP sólo destacó significativamente (P≤0.05) la interacción AC-RC3D, en la cual se registró un valor de 8 mm, este valor superó significativamente al promedio de 5.2 mm de EP reportado por Moreno-Reséndez *et al*. (2013), al evaluar mezclas de VC con arena. La importancia de esta variable está relacionada con la resistencia que presentarán los frutos a magulladuras y golpes, además de una mayor resistencia a la vida de anaquel y de transporte o manejo, ya que al incrementarse la firmeza del pericarpio igualmente se incrementa la firmeza de los frutos (Mena-Violante *et al*., 2009).

En relación al NF la mayor cantidad de frutos, con 42, se registró en la interacción ACVC-RC2D (P≤0.0002), valor que superó ampliamente a los 27 frutos reportados por Vásquez-Ortiz *et al*.

(2010) esta diferencia se resalta en virtud de que estos autores utilizaron fertilizantes sintéticos durante el desarrollo del cultivo, y en el caso de presente trabajo experimental estos productos no se aplicaron en ninguno de los sustratos evaluados.

Para la variable NL destacaron las combinaciones VC:A-RCD y VC:A-RC2D con tres lóculos por fruto, superaron significativamente (P≤0.0001) al resto de las interacciones. El NL coincidió con lo establecido por Vásquez-Ortiz *et al*. (2010) para tomates tipo saladette, destacándose que la aplicación del VC con riego un día sí y un día no (RC2D) generó la misma cantidad de lóculos en frutos de tomate, que cuando se aplica la fertilización sintética.

El mayor contenido de SS se registró en las interacciones AVC-RC3D y AC-RC3D, con 5.53 y 5.45 °Brix, respectivamente, estas interacciones superaron estadísticamente (P≤0.03) a las interacciones restantes. Un aspecto a destacar es el hecho de que derivado de la aplicación de los abonos orgánicos, C, VC y TVC en las interacciones evaluadas durante el desarrollo del experimento, el contenido de SS superó al valor de 4 °Brix, considerado como el valor óptimo para frutos de tomate que se destinan para el procesamiento industrial o para el consumo en fresco. Adicionalmente, los valores de SS registrados, de 4.17 a 5.53 °Brix, resultaron ampliamente similares al intervalo de valores reportado por de la Cruz-Lázaro *et al*. (2009), de 4.1 a 5.0 °Brix, obtenido al aplicar como parte de los sustratos C y VC.

Respecto al rendimiento las interacciones ACVC-RCD y ACVC-RC2D superaron amplia y significativamente (P≤0.0001) al resto de las interacciones con valores de 13.05 y 12.22 kg•m^{-2}, respectivamente, alcanzados al llevar el cultivo hasta el octavo racimo. Ambos valores superaron al límite inferior de rendimiento estimado para el cultivo de tomate, el cual oscila de 10.0 a 50 kg•m^{-2} en función del nivel de tecnificación del invernadero (Sandoval, 2005), tecnificación que es reducida dentro del invernadero empleado, en virtud de las características descritas anteriormente en el apartado de materiales y métodos. Por otro lado, a excepción de las interacciones AC-RC2D y AC-RC3D, el resto de la interacciones, cuyos rendimientos oscilaron de 4.75 a 13.05 kg•m^{-2} (cuadro 3) superaron a los rendimientos promedio de 3.3, 3.4 y 4.3 kg•m^{-2} reportados por Váquez-Ortiz *et al*. (2010) de la Cruz-Lázaro *et al*. (2009) y Moreno-Reséndez *et al*. (2013), respectivamente, durante el desarrollo del tomate saladette, utilizando en el primer caso la fertilización sintética, para el segundo mezclas de C-arena y VC-arena, mientras que en el último sólo mezclas de VC-arena.

CONCLUSIONES

Al registrarse rendimientos estadísticamente iguales con las interacciones ACVC-RCD y ACVC-

RC2D, con valores que oscilan de 12.22 y 13.05 kg•m^{-2}, y debido a que no se utilizaron fertilizantes sintéticos durante el desarrollo del tomate, es posible suponer que el empleo de abonos orgánicos, como el C, el VC y del TVC, además de satisfacer la demanda nutritiva pueden reducir el volumen de agua aplicado durante el desarrollo de las especies vegetales. Lo anterior es de vital importancia para la economía de los productores y para el desarrollo de la actividad agrícola en las regiones semidesérticas y desérticas de países como México.

BIBLIOGRAFÍA

Aalok, A., A.K. Tripathi y P. Soni. 2008. Vermicomposting: A Better Option for Organic Solid Waste Management. J. Hum. Ecol. 24(1): 59-64.

Atiyeh R. M., S. Subler., C. A. Edwards., G. Bachman and J. D. Metzger. 2000a. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil, Pedobiología 44(6): 579-590.

Atiyeh, R. M., J. Domínguez, S. Subler, C. A. Edwards. 2000b. Changes in biochemical properties of cow manure during processing by earthworms (*Eisenia andrei*, Bouché) and the effects on seedling growth, Pedobiologia, 44, 709-724.

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

Bastida-Tapia, A. 2001. El medio de cultivo de las plantas. Sustratos para la agricultura moderna, Serie de Publicaciones AGRIBOT No. 4. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.

De la Cruz-Lázaro E., M. A. Estrada-Botello , V. Robledo-Torres , R. Osorio-Osorio, C. Márquez-Hernández y R. Sánchez-Hernández. 2009. Producción de tomate con composta y vermicomposta como sustrato, Universidad y Ciencia. 25(1): 59-69.

Edwards, C. A., A. Askar, M. Vasko-Bennet, and N. Arancon. 2010. The Use and effects of aqueous extracts from vermicompost or teas on plant growth and yields, *In*: Vermiculture Technology, ed. C.A. Edwards, N. Arancon and R. Sherman. 235-248. CRC Press, Boca Raton, FL.

Gaspar-Peralta, P., J. C. Carrillo-Rodríguez, J. L. Chávez-Servia, A. M. Vera-Guzmán e I. Pérez-León. 2012. Variación de caracteres agronómicos y licopeno en líneas avanzadas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), YTON. 81, 15-22.

López-Benítez, A., F. Borrego-Escalante, V. M. Zamora-Villa y L. Guerra-Zitlalapa. 2012. Estimación de Aptitud Combinatoria General y Aptitud Combinatoria Específica en Siete Líneas de Tomate (*Solanum lycopersicum* L.), Agraria 9 (3): 87-95.

Manivannan, S., M. Balamurugan, K. Parthasarathi, G. Gunasekaran and L. S. Ranganathan. 2009. Effect of vermicompost on soil fertility and crop productivity--beans (*Phaseolus vulgaris*), J Environ Biol. 30(2): 275-281.

Márquez-Hernández C., P. Cano-Rios., I. Chew-Madinaveitia., A. Moreno-Reséndez y N. Rodríguez-Dimas. 2006. Sustratos en la producción orgánica de tomate cherry bajo invernadero, Revista Chapingo Serie Horticultura 12(2): 183-189.

Mena-Violante, H. G., A. Cruz-Hernández, O. Paredes-López, M. A. Gómez-Lim y V. Olalde-Portugal. 2009. Fruit texture related changes and enhanced shelf-life through tomato root inoculation with Bacillus subtilis BEB-13BS, Agrociencia. 43(6): 559-567.

Moreno-Reséndez, A., E. Carreón-Saldivar, N. Rodríguez-Dimas, J. L. Reyes-Carrillo, P. Cano-Ríos, J. Vásquez-Arroyo and U. Figueroa-Viramontes. 2013. Vermicompost management: An alternative to meet the water and nutritive demands of tomato under greenhouse conditions, Emir. J. Food Agric. 25 (5): 385-393.

Navejas, J. J. 2002. Producción orgánica de tomate, INIFAP-CIRNE. Desplegable técnica No. 5. Constitución, B. C. S. México. 5 p.

Nieto-Garibay, A., B. Murillo-Amador, E. Troyo-Diéguez, J. A. Larrinaga-Mayoral, J. L. García-Hernández. 2002. El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible de Chile (*Capsicum annuum* L.) en zonas áridas, Interciencia. 27, 417-421.

Peralta, I. E., S. Knapp, and D. M. Spooner. 2005. New Species of Wild Tomatoes (*Solanum Section Lycopersicon: Solanaceae*) from Northern Peru, Systematic Botany. 30(2): 424–434.

Ramesh, P., M. Singh and A. S. Rao. 2005. Organic farming: Its relevance to the Indian context, Current Sci. 88(4): 561-568.

Rodríguez-Dimas, N., P. Cano-Ríos, U. Figueroa-Viramontes, A. Palomo-Gil, F. Favela-Chávez, V. de P. Álvarez-Reyna, C. Márquez-Hernández, y A. Moreno-Reséndez. 2007. Producción de tomate en invernadero con humos de lombriz como sustrato, Rev. Fitotec. Mex. 31: 265-272.

Sandoval, V. M. 2005. Densidad de plantas. Un dilema técnico en la producción de tomate rojo en hidroponía e invernaderos, Productores de hortalizas. Especial de tomate. Núm. Esp. p. 14-17.

Schmidt Jr., R.H. 1989. The arid zones of Mexico: climatic extremes and conceptualization of the Sonoran Desert, J. Arid Environ. 16: 241-256.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación - Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria - Banco Nacional de Comercio Exterior – Secretaría de Economía (SAGARPA-ASERCA-BANCOMEXT-SE). s/f. PC-020-2005 Pliego de condiciones para el uso de la marca oficial México calidad suprema en tomate, 22 p. Disponible en: http://www.normich.com.mx/archivos/OC/mcs/PLIEGOS%20DE%20CONDICIONES%2012/PC_020_2005_Tomate.pdf. Fecha de recuperación: 7 de mayo de 2013.

Statistical Analysis System (SAS). 1999. User´s Guide, Version 8, SAS Institute Inc. Cary N. C. USA.

Vásquez-Ortiz, R., J.C. Carrillo-Rodríguez y P. Ramírez-Vallejo. 2010. Evaluación morfo-agronómica de una muestra del jitomate nativo del Centro y Sureste de México, *Naturaleza y Desarrollo*. 8(2): 49 – 64.

DETERMINACIÓN PRELIMINAR DE COLIFORMES TOTALES Y FECALES EN MELÓN CANTALOUPE (*Cucumis melo* L.) EN SUSTRATOS ORGÁNICOS

Alejandro Moreno-Resendez[1‡], Gabriel Escobar-Gordillo[2], María de Lourdes Froto-Madariaga[3], Silvia Guadalupe Fernández-Michel[3], Ma. Alejandra Chavira-Zuñiga[3]

[1] Cuerpo Académico de Sistemas Sustentables para la Producción Agropecuaria (CASISUPA) Clave: UAAAN-CA-14, [2]Estudiante del Programa Docente de Ingeniero Agrónomo Parasitólogo, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. [3]Cuerpo Académico Ciencias Biológicas Aplicadas, Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Coahuila Unidad Torreón
[‡]Autor por Correspondencia: alejamorsa@yahoo.com.mx y alejamorsa@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Los riesgos para la salud humana transmitidos por los alimentos pueden deberse a causas de orden químico, físico y/o biológico. La evaluación de la contaminación biológica siempre ha sido una parte importante en cualquier estudio sobre la calidad de alimentos (Bortman *et al*., 2003). En este ámbito, los principales microorganismos que pueden estar presentes en los alimentos y que causan enfermedades son las bacterias (Familia: *Entorobacteriaceae*) las cuales se encuentran normalmente en el tracto digestivo de animales de sangre caliente y son transmitidas por alimentos, o a través del contacto directo con el estiércol, así como el empleo de estiércoles como abonos orgánicos, o bien, por la manipulación que sobre éstos realizan los trabajadores, cuyas manos, a falta de higiene, pueden ser contaminadas (Jiménez-Díaz, 2004).

Dentro de la inmensa familia de bacterias patógenas se encuentran los coliformes totales (CT) y coliformes fecales (CF). Las bacterias CT se definen como bacilos cortos, Gram negativos, aerobios o anaerobios facultativos, no esporulados, que fermentan la lactosa cuando se incuban entre 32 y 35 °C, en menos de 48 horas, generando ácidos y gas, éste se manifiesta en las campanas de extracción. Incluye los géneros *Escherichia, Enterobacter, Klebsiella* y *Citrobacter*. Por su parte, el grupo de CF corresponde a aquellos organismos que presentan capacidad para generar indol y fermentar la lactosa a temperaturas que oscilan de 44-45 °C, se consideran el indicador más adecuado de contaminación con heces animales y humanos, por ejemplo en pescados, mariscos, carnes, leche, entre otros (Isaac-Márquez *et al*., 1994).

Por otro lado, debido a que en la agricultura moderna, se ha soslayado la sostenibilidad de la productividad agrícola. El uso de agroquímicos ha provocado incrementos substanciales de la producción; no obstante, sus efectos adversos han impactado de manera significativa la sostenibilidad de la agricultura. El monocultivo y la contaminación por el uso indiscriminado de agroquímicos han reducido la biodiversidad de los agroecosistemas, causando su inestabilidad, la cual se manifiesta, entre otros efectos nocivos, en una mayor incidencia de plagas y enfermedades en los cultivos. Lo que puede provocar que las exportaciones de diversas

especies vegetales, hacia Estados Unidos de Norteamérica y Canadá, se hayan visto comprometidas hasta el punto de cierre de las fronteras, como el caso del melón (*Cucumis melo* L.) cuando fue asociado con brotes de salmonelosis (FDA, 2002). Esto y los problemas de seguridad y salud pública inherentes a la fabricación y uso de agroquímicos han conducido a la búsqueda de alternativas para el ámbito de la producción agrícola (Zavaleta-Mejía, 1999).

Dentro de las soluciones, Márquez- Hernández *et al. (*2010) destacan que la agricultura orgánica –en la cual se aplican abonos orgánicos como el compost y el vermicompost - es una alternativa de gran trascendencia, en virtud de que provee alimentos libres de plaguicidas y de fertilizantes sintéticos, inocuos y con un gran valor nutricional. Otras ventajas de los abonos se relacionan con el proceso de su elaboración, así pues, Panikkar *et al*. (2004) determinaron que el composteo de los residuos orgánicos (estiércoles, residuos municipales, entre otros) reduce significativamente la presencia de organismos patógenos a través del incremento de la temperatura y de la concurrencia de microorganismos, los cuales emplean estos residuos como fuente de alimento y de energía. Mientras que el vermicomposteo, en el cual se emplean diversas especies de lombrices, es un proceso más rápido y genera un producto de mayor calidad, no sólo por la mayor disponibilidad de elementos nutritivos, sino que además se genera una reducción significativa de los microorganismos patógenos (Valadares-Veras y Povinelli, 2004). Debido a los elementos descritos, el trabajo se implementó para determinar la presencia de CT y CF en frutos de melón Cantaloupe desarrollados en diferentes sustratos orgánicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El establecimiento del cultivo del melón, del cual se obtuvieron los frutos para la realización del análisis microbiológico, se realizó en el invernadero del Cuerpo Académico Sistemas Sustentables para la Producción Agropecuaria (CASISUPA) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro UL, localizada en Periférico Raúl López Sánchez y Carretera a Santa Fe s/n, Torreón Coahuila, durante el ciclo P-V 2013. Para el desarrollo del cultivo se utilizaron mezclas de diferentes abonos orgánicos [compost simple (CS), compost con yeso (CY) y vermicompost (VC)] con arena de río (AR), como material inerte (cuadro1). El manejo agronómico del melón se realizó de acuerdo a la metodología descrita por Moreno-Reséndez *et al*. (2010). Los tratamientos resultantes (T0 – T12) con cuatro repeticiones de distribuyeron dentro de cuatro bloques al azar.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados durante el desarrollo del melón en diferentes sustratos orgánicos

Materiales en relación volumen (T)			
VC:AR (T)	CS:AR (T)	CY:AR (T)	Testigo (T0)
1:1 (T1)	1:1 (T2)	1:1 (T3)	AR al 100 % + SN
1:2 (T4)	1:2 (T5)	1:2 (T6)	AR al 100 % + SN
1:3 (T7)	1:3 (T8)	1:3 (T9)[¶]	AR al 100 % + SN
1:4 (T10	1:4 (T11)	1:4 (T12)	Ar al 100 % + SN

VC = Vermicompost; CS = Compost simple; CY = Compost con yeso; AR = Arena de río; SN = Solución nutritiva de Steiner (1984); T = Tratamientos (T0 – T12); [¶] = sin frutos para evaluar

La cosecha de los frutos se realizó cuando alcanzaron su maduración, al momento de formarse tejido de abscisión alrededor del pedúnculo (Cantamutto *et al*., 2000). Esta actividad se realizó de acuerdo a la norma NOM 109-SSA1-1994; utilizando los materiales estériles (guantes, batas, tapabocas, tijeras) para no alterar las condiciones de los frutos, colocándolos en bolsas de plástico, debidamente etiquetadas, y posteriormente se colocaron en hieleras para su conservación durante el traslado hacia el Laboratorio de Ciencia y Tecnología de los Alimentos Orientados a la Salud (CyTAOS) de la Escuela de Ciencias Biológicas, U A de C, Unidad Torreón. De cada repetición por tratamiento se obtuvo un fruto y al momento del corte, cada uno de ellos se colocó en una bolsa de plástico, conteniendo 250 mL de agua peptonada al 1% donde se realizó el enjuague a la superficie exterior de los frutos (Exocarpio), de los cuatro enjuagues se generó una muestra compuesta de 1 L, sobre la cual se realizó el análisis microbiológico (Isidro-Requejo *et al*., 2006)

Para el análisis microbiológico de la parte interna (Mesocarpio o pulpa) los cuatro frutos se descascararon y una cuarta parte de éstos se cortó en forma de cubos, de aproximadamente 0.5 cm^3, se homogenizaron y se extrajo una muestra representativa de 10 g, la cual fue colocada en 90 mL de agua peptonada al 1%. Para la determinación de CT y CF, se utilizó el método descrito por la NOM-113-SSA11994, Bienes y Servicios; El recuento de CT y CF, el Método para la cuenta de Microorganismos CT en placa, Considerando hasta la dilución 10^{-3}; con tres repeticiones por tratamiento. El conteo de las unidades de formadoras de colonias (UFC) se realizó con cuenta colonias tipo Quebec®.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las UFC de CT y CF determinados en la parte externa y la pulpa de los frutos de melón se aprecian en el Cuadro 2. Para la parte externa de los frutos los tratamientos T1, T3, T12, T4 sobrepasaron el nivel ≥100 UFC•mL^{-1} de CT. Mientras que en pulpa los que rebasaron este nivel fueron T10, T3, T7 y T1. Con respecto a CF en la parte externa de los frutos T4 registró un

promedio de 36.6 UFC•mL^{-1} y en pulpa T7 registró 3 UFC•g^{-1} en la dilución 10^{-1}. Con la escasa presencia de CF en los análisis realizados en los frutos de melón, tanto en la parte exterior como en pulpa; se corrobora lo señalado por Panikkar *et al*. (2004) quienes establecieron que la mayoría de los organismos patógenos a humanos, incluyendo *E. coli* son eliminados por las lombrices que participan en el vermicomposteo, ya que el VC utilizado no presento UFC de CF que sobrepasen el nivel permitido por la Secretaria de Salud del país.

CONCLUSIÓN

Bajo las condiciones en que se realizó el experimento, y debido a que los frutos de melón no presentaron UFC de CF– entre las que destacan bacterias del género *Escherichia, Shiguella, Salmonella,* entre otras Enterobacterias - se concluyó que los sustratos utilizados, VC, CS y CY mezclados con AR, garantizan la inocuidad de los frutos de melón.

BIBLIOGRAFÍA

Bortman, M. P., M. A. Brimblecome, W. P. Cunnigham y W. Freedman. 2003. Environmental Encyclopedia. 3th Edit. Vol. 1. Thomson Gale. EUA.

Cantamutto, M., M. Ayastuy, I. Kroeger, V. Elisei y P. Marinangeli. 2000. Efecto del sistema de iniciación y del acolchado del suelo sobre la producción de melón en el sur de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata 104 (2): 157 – 162.

Food and Drug Administration (FDA). 2002. La FDA anuncia importante alerta sobre cantaloupes mexicanos. Disponible en: http://www.fda.gov/bbs/topics/ANSWERS/SPANISH/span01167.html. Fecha de consulta:15 de julio de 2013).

Isaac-Márquez, A. P., C. M. Lezama-Dávila, P. P. Ku-Pech y P. Tamay-Segovia. 1994. Calidad sanitaria de los suministros de agua para consumo humano en Campeche. Salud Pública de México. 36(6): 655 – 661.

Isidro-Requejo, L. M., M. Ramírez-Pérez, A. Vega-Piña, Ma. A. Chavira-Zúñiga Ma. de Lourdes Froto-Madariaga y P. Cano-Ríos. 2006. Identificación de la flora microbiana presente en la cadena agroalimentaria del melón (*Cucumis melo* L.). Revista Salud Pública y Nutrición (RESPYN). 1 p. Disponible en: http://www.respyn.uanl.mx/especiales/2006/ee-14-2006/documentos/Art44.pdf. Fecha de recuperación: 5 de agosto de 2013.

Jiménez-Díaz, F. 2004. Manejo del melón (*Cucimis melo* L.) en condiciones de inocuidad en la Comarca Lagunera. Investigador de la Facultad de Agricultura de la UJED. *In*: Memoria de la XVI Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Septiembre de 2004. Gómez Palacio, Durango. México.

Márquez-Hernández, C., Cano-Ríos, P., García-Hernández, J. L., Rodríguez-Dimas, N., Preciado-Rangel, P., Moreno-Resendez, A., Salazar-Sosa, E., Castañeda-Gaytán, G., De La Cruz Lázaro, E. 2010. Agricultura orgánica: El caso de México. Agricultura Orgánica, Tercera parte. Primera edición. Universidad Juárez del Estado de Durango. 1-2 p.p.

Moreno-Reséndez, A., H. Meza-Morales, N Rodríguez-Dimas and J. L. Reyes-Carrillo. 2010. Development of muskmelon with different mixtures of vermicompost:sand under greenhouse conditions. J. Plant Nutrition, 33(11): 1672 — 1680

Norma Oficial Mexicana NOM-109-SSA1-1994, Bienes y servicios. Procedimiento para la Toma, Manejo y transporte de Muestras de Alimentos para su Análisis Microbiológico. Diario Oficial de la Federación. México, D. F. Disponible en: (http://www.cofepris.gob.mx/MJ/Documents/Normas/111ssa1.pdf). Fecha de recuperación: 29 de Julio de 2013.

Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos Coliformes Totales en placa. Diario Oficial de la Federación 7 p. México, D. F. Disponible en: (http://www.cofepris.gob.mx/MJ/Documents/Normas/111ssa1.pdf). Fecha de recuperación: 29 de Julio de 2013.

Panikkar, A.K., Riley, S.J., Shrestha, S.P., 2004. Risk Management in Vermicomposting of Domestic Organic Waste. Environ. Health 4, 11-19.

Panikkar, A. K., S. J. Riley and S. P. Shrestha. 2004 Risk Management in Vermicompting of Domestic Organic Waste. Enviro. Health. 4(2): 11-19.

Steiner, A. A. 1984. The universal nutrient solution. Proc. 6th Int. Cong. on Soilless Culture. ISOSC. Lunteren, Holanda. pp. 633-649.

Valadares-Veras, L.R., and J. Povinelli. 2004. A vermicompostagem do lodo de lagoas de tratamento de efluentes industriais consorciada com composto de lixo urbano. Eng. Sanit. Ambient. 9, 218-224.

Zavaleta-Mejía, E. 1999. Alternativas de manejo de las enfermedades de las plantas. Terra 17(3): 201-207.

Cuadro 2. Coliformes totales y Coliformes Fecales en la parte externa y en la pulpa de frutos de melón desarrollados en diferentes abonos orgánicos

T	R	Coliformes totales						Coliformes fecales					
		Diluciones (PE UFC•mL^{-1})			Diluciones (Pulpa UFC•g^{-1})			Diluciones (PE UFC•mL^{-1})			Diluciones (Pulpa UFC•g^{-1})		
		10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}
T0	1	1	NP	NP	1	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
	2	NP	NP	NP	4	4	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
	3	2	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
T1	1	545	73	15	120	64	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
	2	575	148	85	175	2	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
	3	932	173	60	640	27	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
T2	1	71	2	NP	NP	NP	NP	3	NP	NP	NP	NP	NP
	2	89	3	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
	3	29	4	NP	NP	NP	NP	2	NP	NP	NP	NP	NP
T3	1	180	43	7	147	6	2	NP	NP	NP	NP	NP	NP
	2	135	30	9	93	6	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
	3	165	75	NP	47	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
T4	1	400	207	90	54	NP	NP	810	95	38	NP	NP	NP
	2	375	198	125	NP	NP	NP	717	85	27	NP	NP	NP
	3	415	207	95	9	NP	NP	309	100	45	NP	NP	NP
T5	1	74	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
	2	97	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
	3	7	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
T6	1	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
	2	NP	NP	NP	1	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
	3	NP	NP	NP	2	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
T7	1	43	18	NP	199	33	NP	133	NP	NP	3	NP	NP
	2	1	1	NP	144	27	6	NP	NP	NP	NP	NP	NP
	3	17	6	NP	99	38	1	NP	NP	NP	NP	NP	NP
T8	1	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
	2	1	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
	3	1	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
T9[¶]	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T10	1	5	NP	NP	123	4	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
	2	NP	NP	NP	129	22	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
	3	NP	NP	NP	53	5	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
T11	1	4	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
	2	2	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
	3	2	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
T12	1	165	107	31	71	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
	2	115	22	41	97	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
	3	130	6	37	19	1	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP

T = Tratamientos (T0 – T12): R = Repetición; UFC = Unidades formadoras de colonias; NP = No presentó; [¶] = Sin desarrollo de frutos

VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y EL RENDIMIENTO DE FRIJOL EN CONDICIONES DE TEMPORAL EN EL ESTADO DE DURANGO

[1]Gerardo Esquivel Arriaga, [2]Armando López Santos, [1]Ignacio Sánchez Cohen, [3]Osías Ruíz Álvarez, [1]Miguel A. Velásquez Valle, [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]Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas – Universidad Autónoma Chapingo. Dom. Conocido s/n Bermejillo, Dgo. C.P. 35230. [3]INIFAP. Campo Experimental Pabellón, Kilómetro 32.5 Carretera Aguascalientes-Zacatecas, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes.

INTRODUCCIÓN

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 (COVECA, 2011). Sin embargo, la productividad del frijol de temporal en el estado de Durango está altamente limitada por factores abióticos, bióticos y tecnológicos, el desarrollo de variedades locales ha permitido reducir los riesgos asociados a la producción agrícola derivado de la presencia de factores medioambientales (Rosales *et al*, 2008, Acosta *et al*, 2000).

En la actualidad se ha observado que el clima ha variado producto de causas naturales como antropogénicas; organismos internacionales y organizaciones de investigación han puesto énfasis en predecir cuál será el comportamiento del clima en los próximos años, que permitan diseñar y elaborar estrategias de mitigación y adaptación a estos cambios en la variabilidad del clima. De esta manera, dados los escenarios de clima para México, resulta urgente buscar alternativas para que la agricultura pueda adaptarse a las nuevas condiciones, por lo que la ciencia y la tecnología juegan un papel importante en el desarrollo de métodos alternativos de producción agrícola y pueden ser usados como medidas de adaptación al cambio climático (Ibarrarán y Rodríguez, 2007).

Actualmente el estado de Durango es el segundo productor de frijol de temporal, después del estado de Zacatecas, debido principalmente a las grandes superficies que se destinan para este cultivo; sin embargo los rendimientos por unidad de superficie son demasiado bajos en ambos estados (400 – 500 kg/ha). Esta situación ha prevalecido por un largo periodo de años debido a principalmente a la inestabilidad climática, sobre todo a lo irregular de la precipitación y presencia de heladas tempranas, además del empobrecimiento gradual de los suelos debido al monocultivo y a la falta de prácticas de conservación. El presente documento presenta un

análisis de la producción de frijol en el estado de Durango versus escenarios climáticos regionales, mediante una serie de algoritmos anidados que permitan identificar la variabilidad de producción en el futuro cercano.

MATERIALES Y METODOS

Área de estudio

El estado de Durango se encuentra situado en el extremo norte de la zona interior de la República Mexicana (Latitud 26° 53' - 22° 16' N y Longitud: 102° 29' - 107° 16' O), comprende una superficie de 123,180 km^2, ocupando el 6.08% del territorio nacional. Con relación al clima, el estado de Durango presenta una precipitación media anual que varía de los 400 a los 1,000 mm, concentradas en temporadas anuales de lluvia (junio a agosto) y una temperatura media anual que va de los 15º a los 20º C (IMTA, 2009).

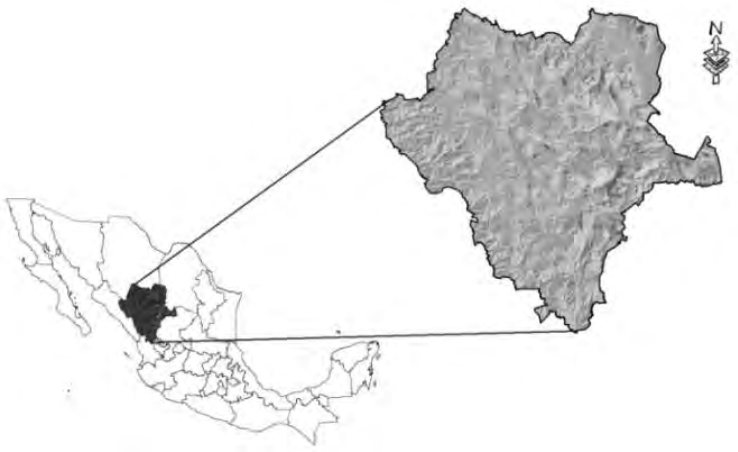


Figura 1. Ubicación geográfica del estado de Durango.

Variables y fuentes de datos empleados

La metodología utilizada se resume en la Figura 2. Para el inventario de las estaciones climatológicas se utilizó la base de datos del Extractor Rápido de Información Climatológica v. 2.0 (ERIC III) del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA, 2009) y el sitio web del servicio meteorológico nacional. Se eligieron estaciones que como mínimo presentaran 30 años de antigüedad cuya información fuese lo más consistente posible para fines de calibración.

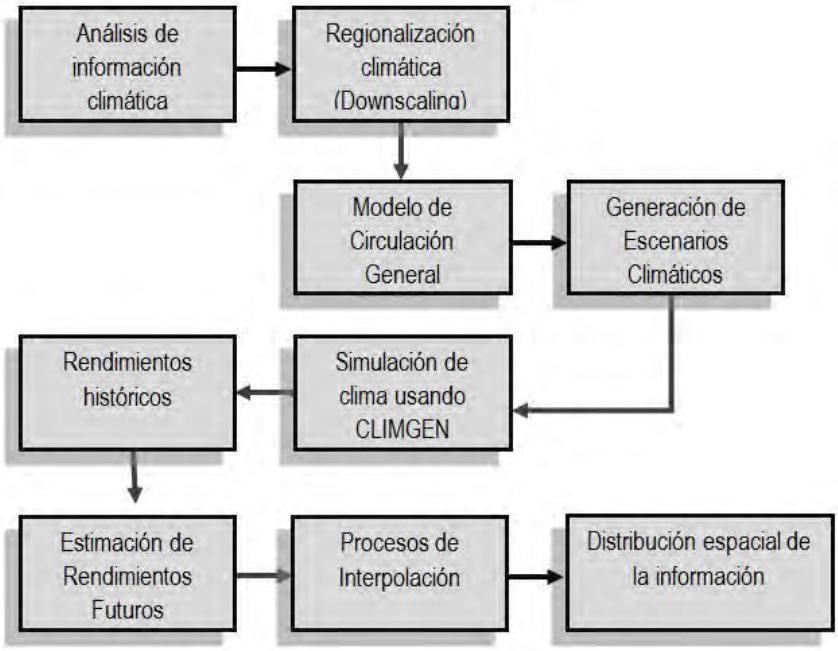


Figura 2. Diagrama de flujo para la generación de los escenarios de clima y productividad

Para la realización de los escenarios climáticos se hizo uso de las técnicas estadísticas de regionalización, mediante el modelo Statistical Downscaling Model (SDSM), el cual permitió calcular las relaciones entre el clima a gran escala y el clima local (Wilby y Dawson, 2007; Chu *et al.,* 2010; Kannan y Ghosh, 2010). Los datos a gran escala fueron obtenidos del Centro Canadiense de Modelación y de Análisis Climático (http://www.cics.uvic.ca/scenarios/sdsm/select.cgi).

Durante el proceso de regionalización, el modelo SDSM no genera valores diarios para ser ingresados al modelo de cultivo, por lo cual se utilizó el generador climático CLIMGEN para realizar esta función (Stöckle *et al*, 2001). Los rendimientos históricos fueron obtenidos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Los rendimientos futuros se obtuvieron mediante el modelo EPIC (Environmental Policy Integrated Climate) (Williams, 1995) y la información obtenida se procesó mediante un sistema de información geográfica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el estado de Durango, los municipios de Cuencamé y Guadalupe Victoria presentan la mayor superficie sembrada y cosechada de frijol con respecto a los demás municipios que siembran este cultivo; lo que representa el 37% de la superficie concentrada solamente en dos

municipios (Figura 3), en este caso solo se muestran los cinco principales municipios productores de frijol en el estado. Del año 2003 a la fecha, se observa un decremento gradual de la superficie destinada a la siembra del frijol, este comportamiento se asume básicamente a lo irregular de la cantidad y distribución de la precipitación ocurrida en años recientes.

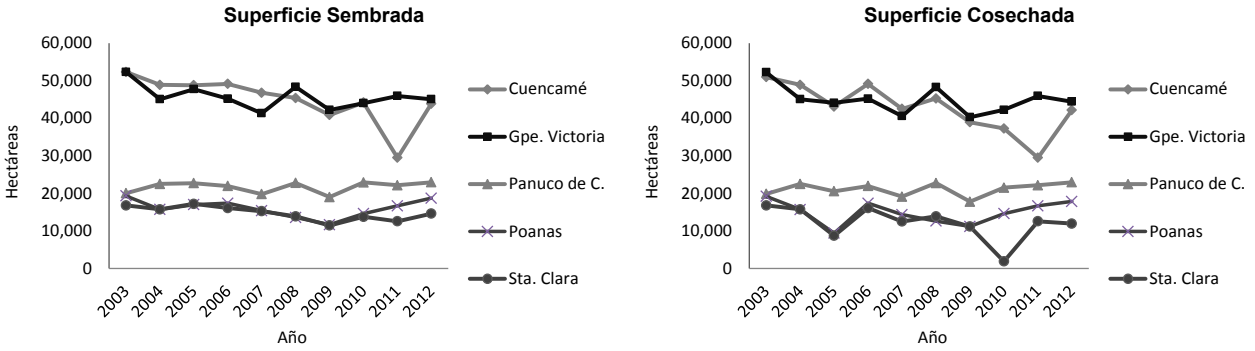


Figura 3. Superficie sembrada y cosechada de frijol periodo 2003-2012

Sin embargo; aunque la superficie destinada es representativa de dos municipios, el rendimiento del frijol muestra diferencias entre los mismos y entre el año observado. Los años 2005 y 2011 son los años en los cuales se presentan los rendimientos más bajos en los municipios analizados; Poanas en el año 2006 presenta el máximo rendimiento respecto a los demás años (Figura 4).

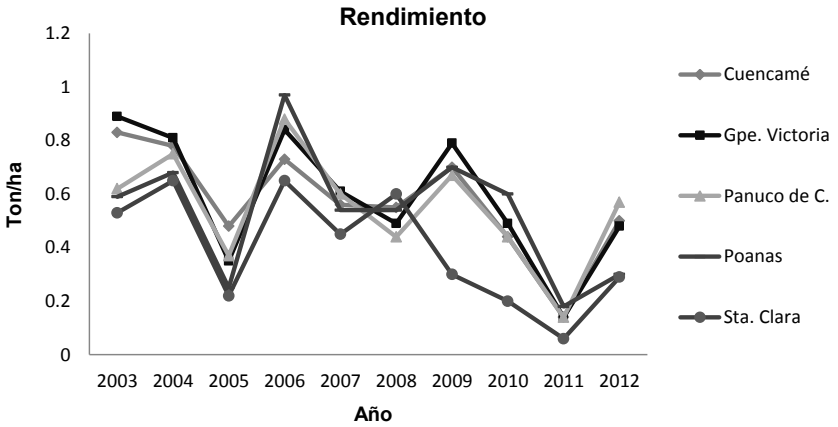


Figura 4. Rendimientos históricos de frijol en el período 2003-2012

Bajo un escenario de cambio climático, y aplicando las técnicas de regionalización de los modelos de circulación general se obtuvo la distribución espacial de los rendimientos de frijol históricos y se realizó el ensayo con dos fechas de siembra en los próximos 30 años para

identificar la vulnerabilidad del cultivo de frijol en condiciones de temporal. La Figura 5 muestra la distribución espacial de los rendimientos por hectárea en el estado vs proyectados para la fecha de siembra en el mes de Junio. Los resultados muestran un incremento de 250 a 500 kg/ha para los municipios de Cuencamé y Guadalupe Victoria.

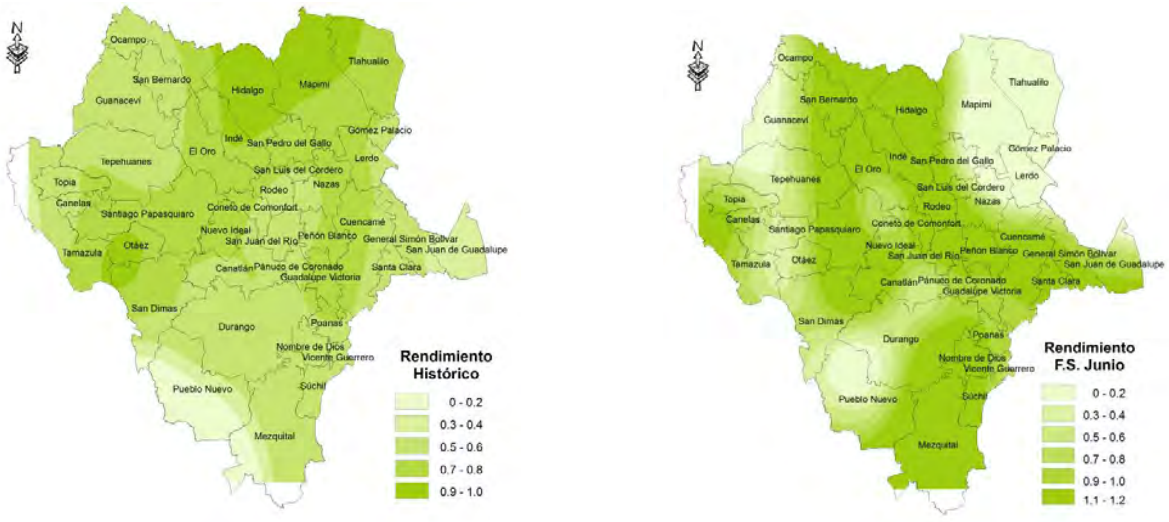


Figura 5. Rendimientos históricos vs simulados para el cultivo de frijol con fecha de siembra en junio

Realizando la modelación con fecha de siembra en el mes de julio, los resultados muestran un incremento de 150 a 500 kg/ha para los municipios de Cuencamé y Guadalupe Victoria. Las observaciones puntuales se realizan por la importancia en cuanto a superficie sembrada y cosechada.

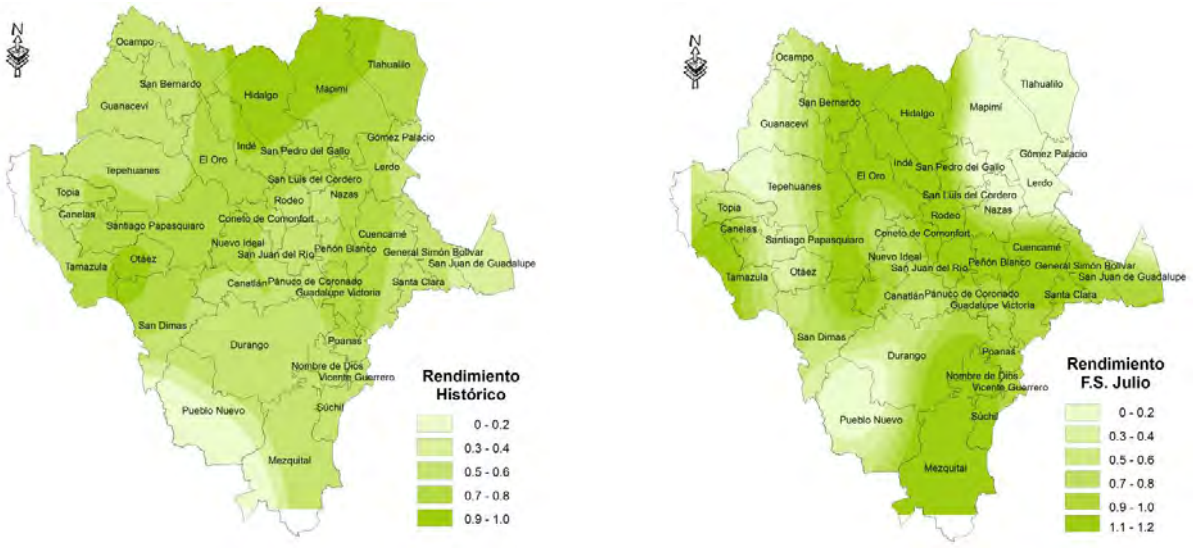


Figura 5. Rendimientos históricos vs simulados para el cultivo de frijol con fecha de siembra en junio

CONCLUSIONES

En forma general, con base a los escenarios obtenidos los resultados muestran una mejora en cuanto a la producción de frijol de temporal en el estado de Durango para los próximos 30 años, lo anterior resultado de los incrementos en la precipitación en los escenarios climáticos obtenidos y en base a las simulaciones del modelo de cultivo. Estas simulaciones son aproximadas, por lo que se recomienda realizar análisis más profundos de la situación productiva de los cultivos de temporal bajo escaso régimen pluviométrico mediante nuevos modelos o herramientas de simulación.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta G. J. A., Rosales S. R., Navarrete M. R. y López S. E. 2000. Desarrollo de variedades mejoradas de frijol para condiciones de riego y temporal en México. Agricultura Técnica en México. Vo. 26. Núm. 1. P. 79-98.

Chu J. T., Xia J., Xu C. Y. and Singh V. P. 2010. Statistical downscaling of daily mean temperature, pan evaporation and precipitation for climate change scenarios in Haihe River, China. Theoretical and Applied Climatology. 99: 149–161

COVECA. 2011. Monografía del frijol, estado de Veracruz. Gobierno de Veracruz Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria (COVECA). 25p.

Ibarrarán, V., M.A y Rodríguez, S., M. (2007). Estudio sobre Economía del Cambio Climático en México. Universidad Iberoamericana Puebla. Puebla, México.

IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua). 2009. Extractor Rápido de Información Climatológica III, v. 1.0. Información climatológica disponible en formato electrónico. Jiutepec, Morelos, México.

Kannan S. & Ghosh S. 2010. Prediction of daily rainfall state in a river basin using statistical downscaling from GCM output. Environmental Research and Risk Assessment 25 (4): 457-474

Rosales S. R., Ibarra P. F. J. y Cuéllar R. E. I. 2012. Pinto centauro, nueva variedad de frijol para el estado de Durango. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Vol. 3 Núm. 7. p.1467-1474.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA (http://www.siap.gob.mx/).

Stöckle C. O., Nelson R., Donatelli M. and Castellvì F. 2001. ClimGen: a flexible weather generation program. 2nd International Symposium Modelling Cropping Systems. Florence, Italy, 16-18 July.

Wilby, R. L. & Dawson, C. W. 2007. SDSM Version 4.2 – A decision support tool for the assessment of regional climate change impacts. User Manual. 94 pp.

Williams, J.R., 1995. The EPIC Model. In: Singh, V.P. (Ed.), Computer Models of Watershed Hydrology. Water Resources Publications, Highlands Ranch, USA, pp. 909–1000.

SIMULACIÓN DEL ESCURRIMIENTO EN UNA SUBCUENCA DEL SURESTE DE MEXICO UTILIZANDO EL MODELO WEAP

[1]Gerardo Esquivel Arriaga, [1]Gerardo Delgado Ramírez, [1]Miguel Rivera González, [1]Juan Estrada Avalos, [1]Ramón Trucíos Caciano

[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

INTRODUCCIÓN

Un modelo, es una representación esquemática o conceptual de un fenómeno que persigue describir, explicar y predecir el comportamiento de un fenómeno natural o componentes del mismo (Mena, 2009; Loaiza, 2011). En hidrología, los modelos se pueden clasificar en forma general en tres categorías: modelos hidráulicos, que corresponden a aquellos que simulan el comportamiento de flujos en los cauces para distintos escenarios; hidrológicos, que persiguen representar los diferentes procesos involucrados en la distribución de la lluvia y la generación de caudales en una determinada cuenca; y de planificación, que modelan la operación de los sistemas de recursos hídricos de una cuenca (Chow *et al.,* 1994; Mena, 2009).

En la actualidad se dispone de una amplia variedad de modelos, los cuales han sido planteados bajo ciertas hipótesis cuyo claro entendimiento garantiza su correcto uso. Los avances computacionales, disponibilidad de información y herramientas asociadas a sistemas de información geográfica, han impulsado la evolución y creación de diversos modelos hidrológicos. Por mencionar algunos de estos, se tiene el modelo PMRS, MIKE-SHE, HICYMODEL, ANSWER, TOPMODEL (Islam *et al.,* 2012; Zhao *et al.,* 2012; Borges *et al*., 2008), el modelo SWAT ampliamente utilizado en procesos hidrológicos (Welderufael *et a*l, 2013; Saghafian *et al*, 2012; Singh *et al,* 2012) y el modelo WEAP (Hao *et al,* 2011, SEI, 2007).

WEAP (Water Evaluation And Planning System) corresponde a un modelo semi distribuido, funciona utilizando el principio básico de balance de masas y que combina características de los modelos hidrológicos y de planificación (Mehta *et al.,* 2013). Las rutinas hidrológicas en WEAP consisten de un modelo el cual utiliza dos capas de suelo para representar a la cuenca; en la que se utilizan funciones empíricas para describir la evapotranspiración, la escorrentía superficial, interflujo y percolación profunda (Mehta *et al.,* 2013). El objetivo principal de este estudio es analizar los procesos de escurrimiento de la sub cuenca Santo Domingo en el estado

de Chiapas, México mediante la aplicación y análisis de los resultados de este modelo hidrológico.

MATERIALES Y METODOS

Condición hidrológica de la sub cuenca

La subcuenca Santo Domingo se encuentra en el estado de Chiapas y pertenece a la Región Hidrológica No. 30 Grijalva-Usumacinta, se localiza en las coordenadas geográficas 15° 57´38´´ y 16° 41´ 39´´ latitud norte, 92° 52´ 07´´ y 93° 34´15´´ longitud oeste (Figura 1). Es una cuenca de tipo exorreica con una superficie de 2016 km^2, presenta elevaciones que oscilan de 400 a 2460 m de altitud con una pendiente media del 31 %, el uso de suelo presenta actividad agrícola, pecuaria y forestal (INEGI, 2013), la temperatura media anual oscila de 23 a 26 °C y la precipitación promedio anual oscila de 990-1400 mm (IMTA, 2009).

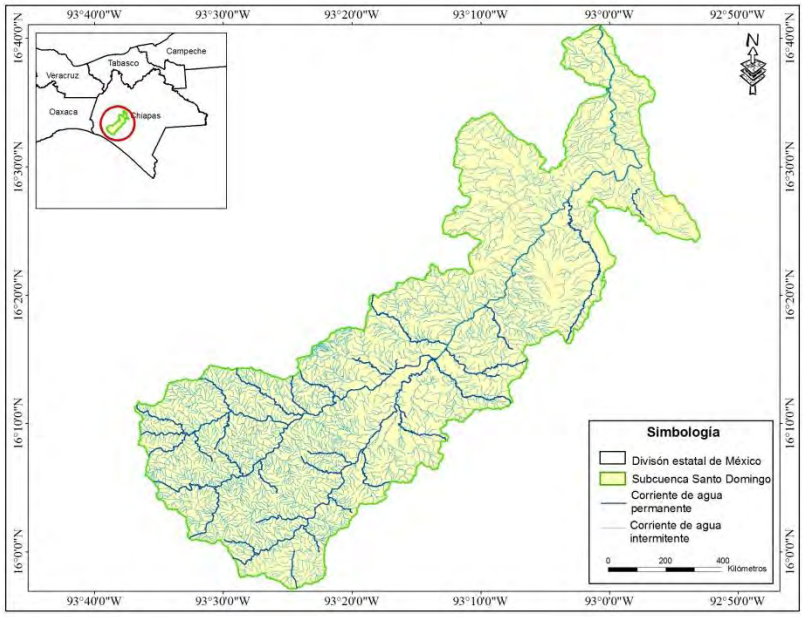


Figura 1. Ubicación geográfica de la subcuenca Santo Domingo.

Variables y fuentes de datos empleados

La información meteorológica obtenida en la etapa de consecución de datos debe ser procesada para formar una base de datos que permita el uso de la información dentro del modelo. La información climatológica fue obtenida del Extractor Rápido de Información Climatológica III (ERIC 3) v. 2.0, las estaciones consideradas en el estudio se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Estaciones climatológicas consideradas en el estudio.

Estaciones climatológicas	Clave	Periodo	Completo (%)	Altitud
1.- La Escalera	7091	1953-2007	95.2	485
2.- Portaceli	7132	1962-2009	89.7	780
3.- Villa Flores	7175	1927-2009	96.2	857
4.- Monterrey	7349	1980-2010	90.7	700

Para muchas aplicaciones, se requieren datos climáticos diarios y de largos periodos para explicar la variabilidad del ambiente (Acock y Acock, 1991). En muchos casos, estos datos están incompletos, por lo que los registros pueden ser insuficientes para realizar dichos análisis. Para completar la información mensual de las variables temperatura y precipitación se utilizó el generador climático ClimGen v. 4.0 (Stöckle *et al,* 2001). Los datos hidrométricos fueron obtenidos del Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales (BANDAS) de la Comisión Nacional del Agua (Cuadro 2).

Cuadro 2. Estaciones hidrométricas analizadas en el estudio

Estaciones hidrométrica	Clave	Periodo
1.- La Escalera	30041	1953-2002
2.- La Reforma	30191	1979-1982

Usos de suelo

Mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) se obtuvo la cobertura vegetal de la sub cuenca para tener su distribución correspondiente. Se utilizó un número de categorías completas sin ser extremadamente detallado. Las características de uso de suelo y vegetación se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Características del uso del suelo de la sub cuenca Santo Domingo.

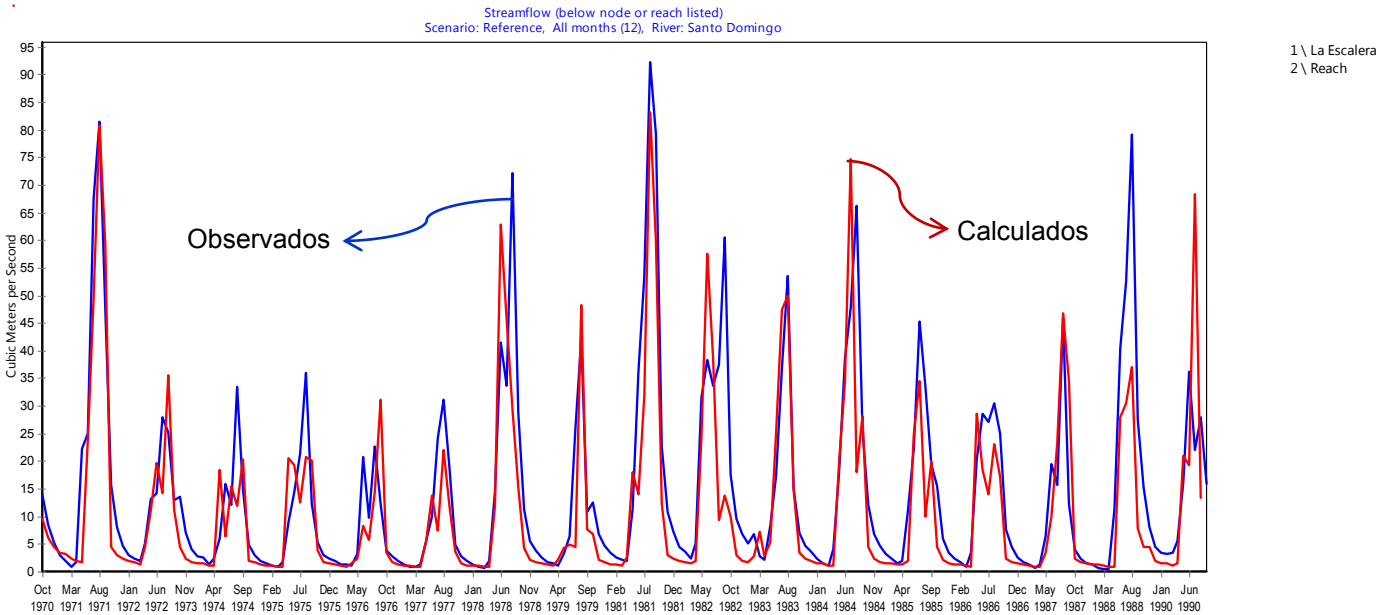
Tipo	Ha	%
Agricultura de riego	3,660.3	1.67
Bosque de Pino	47,275.3	21.44
Agricultura de temporal	62,669.4	28.44
Pastizal cultivado	4,786.2	2.18
Sabana	4,253.3	1.93
Zona urbana	915.3	0.41
Bosque caducifolio	71,654.6	32.50
Otros	25,202.1	11.43
Total	220,416.5	100

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Obtenida la delimitación de la subcuenca, la caracterización de cobertura vegetal, y los datos climatológicos de precipitación y temperatura; se incorporó la información dentro del modelo. Los parámetros principales del modelo son la descripción del área y la del clima.

En esta sección, los datos de entrada son: los coeficientes estacionales de todos los cultivos que se encuentran en la subcuenca (Kc), la capacidad de retención de humedad del suelo, la capacidad de retención de humedad del suelo en la capa subyacente a la capa superficial, el factor de resistencia de escurrimiento, la conductividad del suelo en la zona de raíces, la conductividad del suelo por debajo de la zona de raíces, dirección preferencial del flujo, contenido inicial de humedad en la capa superficial y contenido de humedad en la capa subyacente (Hoff *et al.,* 2007).

Para la calibración del modelo se utilizaron datos observados de las estaciones hidrométricas La Escalera y La Reforma de la Comisión Nacional del Agua. La Figura 2 muestra la comparación de datos observados mensuales de escurrimiento versus datos calculados con el modelo después de la calibración. Se puede observar que los escurrimientos calculados por el modelo siguen la misma tendencia que los datos históricos, lo que muestra la eficiencia del modelo en la predicción de la escorrentía superficial en la subcuenca Santo Domingo en el estado de Chiapas.



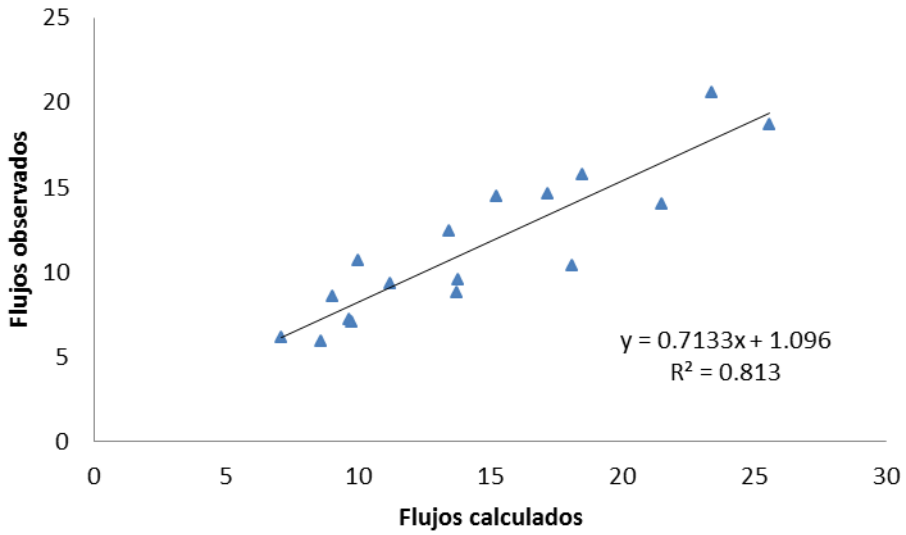


Figura 2. Comparación de flujos observados vs calculados por el modelo WEAP ($m^3.seg^{-1)}$.

CONCLUSIONES

El modelo WEAP ha sido usado en varias partes del mundo para modelación de procesos hidrológicos y evaluación de impacto. A diferencia de otros modelos reportados en literatura (López., *et al,* 2012), WEAP puede ser usado como apoyo a la administración de los recursos hidráulicos a diversas escalas (Ingol-Blanco and McKinney, 2009). En el presente caso, el modelo ha sido usado para modelar los escurrimientos de una sub cuenca del sureste del país.

En base a las comparaciones realizadas y dada la información disponible de los parámetros físicos de la cuenca, climática e hidrométrica, el modelo WEAP ha mostrado capacidad de predicción de eventos de escurrimiento y esta capacidad puede ser incrementada mediante procesos de calibración con información recabada en campo. Para la sub cuenca en estudio, en el proceso de calibración, los tres parámetros que más influyeron en la mejora de la predicción fue el contenido inicial de humedad del suelo por debajo de la zona de raíces de los cultivos, la capacidad de retención y la conductividad hidráulica. Esto indica que la caracterización de las propiedades físicas de suelo es indispensable en aras de no reducir la capacidad predictiva del modelo.

BIBLIOGRAFÍA

Acock, B. and M.C. Acock, 1991. Potential for using long-term field research data to develop and validate crop simulators. Agron. J. 83:56-61.

Borges C. P. L., Valmir S. R., Kobiyama M. 2008. Rainfall-runoff process analysis of the pequeno river catchment, Curitiba metropolitan region, Brazil, with two hidrological models. Revista Ambiente & Água – an Interdisciplinary Journal of Applied Science V. 3. N. 3.

Chow, Ven Te; Maidment, David y Mays, Larry. Hidrología Aplicada. Mc Graw Hill Interamericana S.A., USA. (1994).

Hao L., Huang L., Wang W. & Zhang H. 2011. Evaluation of the impact of planting structure on water resources. Environmental Engineering and Management Journal. Vol. 10, No 7., 899-903

Hoff H., Noel S. and Droogers P. 2007. Water use and demand in Tana Basin: analysis using the Water Evaluation and Planning Tool (WEAP). Green Water Credits Report 4, ISRIC –World Soil Information, Wageningen.

IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua). 2009. Extractor Rápido de Información Climatológica III, v. 1.0. Información climatológica disponible en formato electrónico. Jiutepec, Morelos, México.

INEGI (Instituto Nacional de Información Estadística, Geografía e Informática). 2013. Portal del Simulador de flujos de agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL). Aguascalientes, Ags, México. http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/index.html#

Ingol-Blanco and McKinney. 2009. Hydrologic Model for the Rio Conchos Basin: Calibration and Validation. Center for Research in water resources. Bureau of Engineering Research. The University of Texas at Austin J.J. Pickle Research Campus.

Islam A., Sikka A. K., Saha B. and Singh A. 2012. Streamflow response to climate change in the Brahmani River Basin, India. Water Resources Management. 26:1409-1424.

Loaiza J. C. y Valentijn R. N. 2011. Desarrollo de modelos hidrológicos y modelación de procesos superficiales. Revista Gestión y Ambiente. Vol. 14-No 3. Pp 23-32.

López S. A., Sanchez C. I., Esquivel A. G. y 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 Special Issue . 117-127 pag.

Metha V. K., Haden V. R., Joyce B. A., Purkey D. R. & Jackson L. E. 2013. Irrigation demand and supply, given projections of climate and land-use change, in Yolo County, California. Agricultural Water Management 117 (70-82)

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 Cencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingenieria Civil. Santiago de Chile.

Saghafian B., Sima S., Sadeghi S. and Jeirani F. 2012. Applications of unit response approach for spatial prioritization of runoff and sediment soruces. Agricultural Water Management 109, 36-45.

SEI (Stockholm Environment Institute). 2007. WEAP (Weater Evaluation And Planning System) User Guide for WEAP 21. Curtis Avenue Somerville, MA. USA

Singh A., Imtiyaz M., Isaac R. K. and Denis D. M. 2012. Comparison of soil and water assessment tool (SWAT) and multilayer perceptron (MLP) artificial neural network for predicting sediment yield in the Nagwa agricultural watershed in Jharkhand, India. Agricultural Water Management 104, 113-120.

Stöckle C. O., Nelson R., Donatelli M. and Castellvì F. 2001. ClimGen: a flexible weather generation program. 2nd International Symposium Modelling Cropping Systems. Florence, Italy, 16-18 July.

Welderufael W. A., Woyessa Y. E. and Edossa D. C. 2013. Impact of rainwather harvesting on water resources of the modder river basin, central region of south Africa. Agricultural Water Managemenet 116, 218-227

Zhao H., Zhang J., James R. T. and Laing J. 2012. Application of MIKE SHE/MIKE 11 Model to structural BMPs in S191 Basin Florida. Journal of environmental informatics 19(1) 10-19.

EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO Y TIEMPO DE COCCIÓN DE MATERIALES PINTOS DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) EN ZACATECAS.

Nadiezhda R-Cabral[1], Ricardo Alonso Sánchez Gutiérrez[1], Raquel K. Cruz Bravo[1] y Mariandrea Cabral Enciso[2].

[1]Campo Experimental Zacatecas, INIFAP. Carretera Zacatecas-Fresnillo km 24.5, C. P. 98500, Calera de V. R., Zacatecas, México. [2]Facultad de Agronomía. UAZ. Carretera a Guadalajara vía corta.
ncabral@zacatecas.inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La agricultura es una de las principales actividades económicas y sociales de Zacatecas. La mayor parte de la agricultura en este estado es realizada bajo un régimen de temporal. El SIAP reporta para el año 2012, en condiciones de temporal, la siembra de frijol con producción promedio de 254,876.14 Ton, aportando para la producción nacional el 34% con rendimiento promedio de 0.55 Ton/Ha (SIAP, 2013). Aunque se siembra en menor superficie también se establecen siembras de punta de riego y riego de esta leguminosa.

La agricultura es una actividad muy influenciada por las condiciones climáticas. Las siembras de temporal se ven afectadas por una gran diversidad de factores, entre los principales destacan las plagas, enfermedades y condiciones climáticas adversas. Las siembras de riego y punta de riego son afectadas de igual manera por factores bióticos y abióticos. Estos factores son los causantes de las bajas en rendimiento e incluso de pérdidas totales de las cosechas (Ortiz, 1998).

El Estado cuenta con abundante diversidad genética del frijol, la cual se ha conservado debido a la variación en el gusto de los productores y consumidores de esta leguminosa. Galindo y Zandate (2004) encontraron que las variedades sembradas en el estado son Negro San Luis, Pinto Villa, Bayo, Flor de Mayo, Flor de Junio, Manzano, Canario, Pinto Saltillo, principalmente. De éstas, solamente, Pinto Villa, Manzano y Pinto Saltillo fueron liberadas por el INIFAP. En comparación con las variedades criollas, las variedades mejoradas presentan mayor resistencia a sequía, tolerancia a plagas y enfermedades, precocidad y grano de calidad comercial y culinaria.

El programa de mejoramiento genético de frijol del INIFAP ha desarrollado líneas y variedades de mayor calidad agronómica y comercial, aunque es necesaria su validación para establecer su potencial de rendimiento en diferentes regiones para saber su grado de adecuación a los

terrenos y clima, así como su aceptación por los productores. El objetivo de esta investigación fue el evaluar en condiciones de campo nuevos materiales de frijol pintos generados por el INIFAP en los municipios frijoleros de Zacatecas, así como conocer el tiempo de cocción de estos genotipos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las parcelas se establecieron dentro de la zona productora de frijol del Estado en los municipios de Río Grande y Sombrerete, también se establecieron parcelas en Morelos en el Campo Experimental Zacatecas (CEZAC) del INIFAP. Se evaluaron 9 materiales, seleccionados por el programa de mejoramiento del INIFAP con base en su rendimiento y calidad comercial. En 2010 y 2011 se estableció una parcela en el CEZAC y en 2012 se establecieron parcelas en Sombrerete, Río Grande y Morelos. Las parcelas fueron de una hectárea, se sembraron 8 surcos de 50 m y 0.76 cm de separación para cada una de las variedades y líneas incluidas en el estudio. Se fertilizó con la dosis 35-50-00 (nitrógeno-fósforo-potasio) aplicada al momento de la siembra y se utilizaron las recomendaciones emitidas por el INIFAP para el cultivo de frijol en Zacatecas.

Figura 1. Georreferenciación de las parcelas de temporal 2012

Los genotipos de frijol pinto evaluados fueron cinco variedades, cuatro líneas avanzadas y se incluyó como testigo a Pinto Saltillo. Las variedades evaluadas fueron Pinto Bravo, Pinto Centenario, Pinto Libertad, Pinto Coloso y Pinto Centauro. Las líneas evaluadas fueron PT08004, PT08018, PT08019 y PT08013.

Se evaluaron las variables: número de días a floración y madurez, reacción a las enfermedades, rendimiento y peso de 100 semillas. El número de días a floración se registró cuando el 50% de las plantas de cada parcela experimental mostró al menos una flor abierta. Los días a madurez se establecieron cuando las plantas de cada parcela cambiaron la tonalidad de las hojas del color verde al amarillo (Figura 2). La reacción a las enfermedades se evaluó con base en la escala de 1 a 9, donde el 1 representa ausencia de síntomas y el 9 la muerte de la planta por causa del patógeno, también se enviaron muestras al laboratorio para la confirmación de los agentes causales de las enfermedades. Se registraron y evaluaron en laboratorio las enfermedades que comúnmente se presentan en Zacatecas, como son: antracnosis, roya y tizón común.

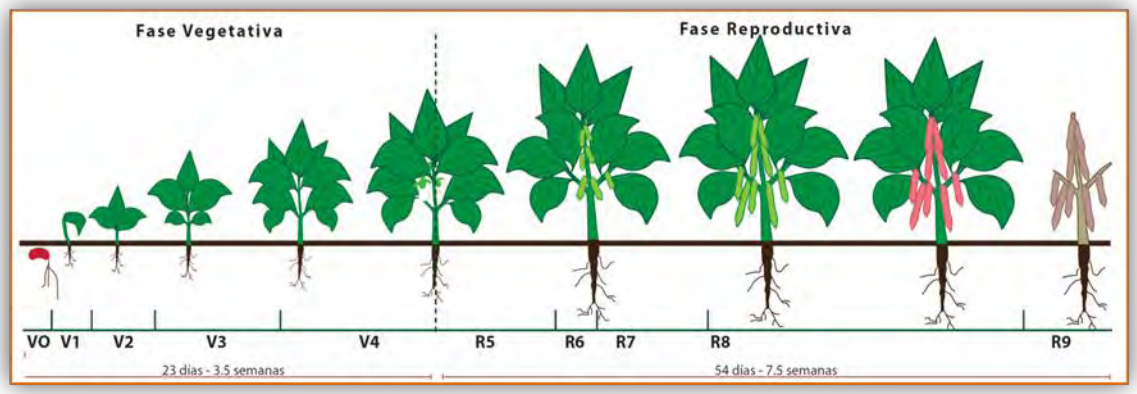


Figura 2. Etapas fenológicas del cultivo del frijol (Modificado Araya, 2008)

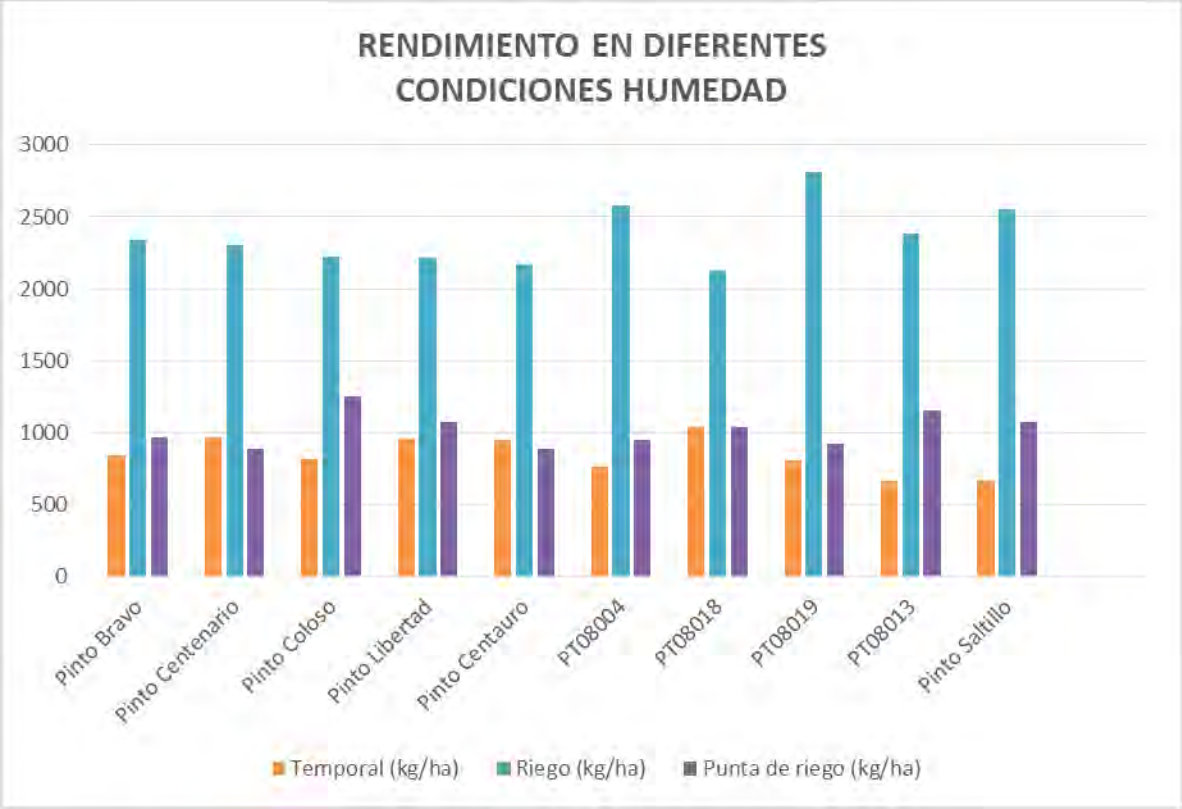
Para evaluar el rendimiento, se cosecharon cinco muestras de dos surcos de 5m en las parcelas de cada variedad. Se trillaron las plantas y se limpió el grano obtenido en cada muestra para pesarlo en una balanza electrónica y estimar el rendimiento de cada línea y variedad en kilogramos por hectárea. Al mismo tiempo se tomó una muestra aleatoria de 100 granos en cada repetición para determinar su peso y con ello establecer el tamaño de grano.

Las pruebas de cocimiento de los materiales se realizaron con el método Mattson con tres repeticiones por material. También se obtuvieron los promedios de largo, ancho y grosor de los grano, se tomaron 25 semillas de cada material y se realizaron tres repeticiones por cada variable de estudio. Las pruebas se llevaron con frijol de la cosecha del año 2011 en el laboratorio de Agroindustrias del CEZAC.

En cuanto a la absorción de agua se tomó el peso seco de 25 semillas, posteriormente, se dejaron sumergidas en agua a temperatura ambiente de 18 a 20 horas. El porcentaje de testa es una característica relacionada con la acción de ser una cubierta protectora a la invasión de patógenos y desde el punto de vista sensorial con la textura del frijol cocido. El contenido de testa se obtuvo dejando remojar el grano para separar la testa del cotiledón, posteriormente se puso la testa y el cotiledón en una estufa para secarse y se calculó el porcentaje del contenido de la testa del grano, se hicieron tres repeticiones de este experimento. El peso se obtuvo pesando 25 semillas de cada material en estudio, se realizaron tres repeticiones

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron resultados de rendimiento de grano (kg/ha), peso de 100 semillas (grms) y tiempo de cocción (min) de las variedades y líneas evaluadas en diferentes condiciones de humedad. En temporal, la variedad Pinto Centenario y la línea PT08018 superaron a Pinto Saltillo (665.7 kg/ha) con rendimientos de 963 y 1040 kilogramos por hectárea respectivamente. En lo que respecta a características agronómicas Pinto Centenario y la línea PT08018 son una buena alternativa para la producción de grano en condiciones de temporal. Para las condiciones de riego las líneas PT08019 y PT08004 superaron en producción de grano a Pinto Saltillo (2556.1 kg/ha) con 2810.5 y 2583.3 kilogramos por hectárea, respectivamente. En lo que respecta a cocción del grano, Pinto Saltillo tuvo una duración de 78 minutos, mientras que PT08019 y PT08004 tuvieron 89 y 128 respectivamente. En los resultados que se observan de punta de riego, Pinto Coloso, Pinto Libertad, PT08018 y PT08013 tuvieron rendimientos 1251.3, 1074.7, 1042.4 y 1150 kilogramos por hectárea, respectivamente, estos son similares o mayores a Pinto Saltillo (1072.4kg/ha). En cocción de grano Pinto Coloso y PT08013, el tiempo fue menor a pinto saltillo con 70 y 77 minutos, respectivamente, para Pinto Libertad y PT08018 la duración fue de 109 y 88 minutos respectivamente.



En las pruebas de cocimiento de los materiales también se obtuvieron los promedios de largo, ancho y grosor de los grano. Las pruebas se llevaron con frijol de la cosecha del año 2011.

GENOTIPO	LARGO	ANCHO	GROSOR
PINTO BRAVO	13.25	8.02	4.96
PINTO CENTENARIO	12.79	7.83	4.68
PINTO COLOSO	14.10	8.69	5.41
PINTO LIBERTAD	13.24	7.62	4.81
PINTO CENTAURO	13.95	7.97	4.66
PT08004	12.35	7.86	4.57
PT08018	12.82	7.73	4.96
PT08019	12.67	8.12	5.11
PT08013	11.85	7.54	5.44
PINTO SALTILLO	11.81	6.85	4.69

Cuadro 1. Promedios del largo, ancho y grosor de los materiales de frijol

En los materiales pintos las cinco variedades y cuatro líneas avanzadas superaron al testigo Pinto Saltillo en largo y ancho de semilla, el mayor grosor lo presentó el material PT08004.

En tiempo de cocción los granos tipo pinto presentaron un tiempo promedio de cocimiento de 89 minutos, el material PT08004 tuvo el mayor tiempo con 123 min, el menor lo presentó Pinto Coloso y el testigo Pinto Saltillo tuvo un tiempo promedio de 78 min. En cuanto a la absorción de agua el grano del Pinto Saltillo presentó el mayor porcentaje de absorción de agua con un 56.18%, el promedio para este tipo de grano fue de 52.75% y el valor mínimo de 49.33% que le correspondió a Pinto Libertad. La media del porcentaje de contenido de testa en frijoles pintos fue de 8.9%, con el valor mínimo de 7.68 para el material de Pinto Bayacora y el valor máximo para Pinto Centenario con 9.44%.

GENOTIPO	Tiempo cocimiento (minutos)	%Absorción agua	%Contenido testa	Peso 25 semillas (gramos)
PINTO BRAVO	103	54.60	9.36	9.03
PINTO CENTENARIO	89	52.43	9.44	8.25
PINTO COLOSO	70	53.41	8.87	11.19
PINTO LIBERTAD	109	49.33	9.40	8.63
PINTO CENTAURO	73	50.11	8.29	8.63
PT08004	128	53.55	9.02	8.26
PT08018	88	54.78	9.37	8.46
PT08019	89	52.05	8.59	9.28
PT08013	77	51.93	9.21	8.32
PINTO SALTILLO	78	56.18	8.73	7.11

Cuadro 2. Datos del tiempo de cocimiento, porcentaje de absorción de agua, porcentaje del contenido de testa y peso de veinticinco semillas

CONCLUSIONES

En las tres condiciones donde se evaluaron los materiales, la línea PT08018 y la variedad Pinto Centenario sobresalieron con sus características en temporal y punta de riego. En la generación de nuevas variedades de granos se deben contemplar los aspectos comerciales, como el caso del tiempo de cocción en el frijol.

BIBLIOGRAFÍA

Araya C. M. 2008.Guía de identificación y manejo integrado de las enfermedades del frijol en América Central / IICA/ Proyecto Red SICTA, COSUDE. Managua. 38 p.

Galindo G.G. 2004 y Zandate R. H. Caracterización de productores del noroeste de Zacatecas y el uso de variedades de frijol. INIFAP-CEZAC. Folleto técnico No. 13.

Ortiz V. M. 1998. El frijol en el estado de Zacatecas. Gobierno del estado de Zacatecas. Zacatecas, Zacatecas, México

SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2012. Anuario estadístico de la producción agrícola. http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrappe r&Itemid=350 Acceso: Julio, 2013.

PRECIPITACIÓN, ANOMALÍAS DE PRECIPITACIÓN Y HUMEDAD DISPONIBLE EN EL ESTADO DE ZACATECAS PARA JUNIO Y JULIO DEL 2013

Nadiezhda R-Cabral, Guillermo Medina García, Ricardo Alonso Sánchez Gutiérrez.

Campo Experimental Zacatecas, INIFAP. Carretera Zacatecas-Fresnillo km 24.5, C. P. 98500, Calera de V. R., Zacatecas, México. ncabral@zacatecas.inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En el Estado predominan tres ambientes climáticos: el subtrópico árido semicálido, el subtrópico árido templado y el subtrópico semiárido templado con 15.8%, 58.7%, 17.5% de la superficie estatal, respectivamente. Las condiciones del clima y de los suelos son muy variables. La precipitación media anual varía desde menos de 300 mm en el norte, hasta más de 800 mm en la región de Los Cañones. La temperatura media anual va desde 10°C en las sierras, hasta más de 20°C en las partes bajas del Estado. Los suelos son muy variables en pendiente, profundidad, textura, salinidad, etc. (Medina *et al*., 1998, Medina *et al*., 2003).

Una de las principales actividades de Zacatecas es la agricultura. La mayor parte de la agricultura en este estado es realizada bajo un régimen de temporal. El Servicio de Información Agroalimentación y Pesquera (SIAP) reporta para el año 2012, en condiciones de temporal, la siembra de calabaza, haba, chícharo, canola, nopalitos, manzana, trigo, cebada forrajera, durazno, tuna, frijol, avena forrajera y maíz forrajero, entre otros. De esta lista los tres últimos cultivos con producciones promedio de 254,876, 588,513 y 778,847 Ton, respectivamente; aportando para la producción nacional el 34% de frijol, 8.42% de avena forrajera y 14% de maíz forrajero (SIAP, 2013).

Las siembras de temporal se ven afectadas por una gran diversidad de factores, entre los principales destacan las plagas, enfermedades y condiciones climáticas adversas (temperaturas extremas, heladas tempranas, regímenes de precipitación inadecuados). Estos factores son los causantes de las bajas en rendimiento e incluso de pérdidas de las cosechas (Ortiz, 1998).

Por otro lado, El INIFAP Zacatecas cuenta con una Red de Monitoreo Agroclimático con 36 estaciones ubicadas, principalmente, en las regiones agrícolas del estado. Las estaciones son automáticas y transmiten datos de temperatura del aire, precipitación, dirección y velocidad del viento, radiación solar y humedad relativa cada 15 minutos. Los datos son normalizados y revisados en el Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica del Campo Experimental

Zacatecas y publicados en la página: http://www.zacatecas.inifap.gob.mx/estaciones.php (Medina *et al*., 2008).

Tomando en cuenta los anteriores antecedentes el Campo Experimental Zacatecas se dio a la tarea de generar mapas de lluvia, porcentaje de lluvia y humedad que vayan indicando cómo se va presentando el temporal en el Estado, y que los involucrados en actividades agrícolas puedan tomarlos como referencia para la toma de decisiones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos de precipitación de cada una de las 36 estaciones de la Red Agroclimática del Estado de Zacatecas son transmitidos por medio de repetidores al Laboratorio SIG del Campo Experimental, los datos son recibidos cada 15 minutos y procesados.

En una hoja de cálculo se tomaron los 96 datos de precipitación de cada 15 minutos y se obtuvo una sumatoria para obtener el acumulado del día, de las 00:00 horas a las 23:45 hr, el cual se toma como dato diario de precipitación. Estos datos diarios se acomodaron de manera decenal, obteniendo la sumatoria de la precipitación para la primera, segunda y tercera decena de los meses de junio y julio. Además se obtuvo el acumulado mensual de la precipitación por estación.

Para los mapas de porcentaje se obtuvieron los datos promedio compilados en el Libro Técnico No. 3 “Estadísticas Climatológicas Básicas del Estado de Zacatecas. (Período 1961-2003)” por Medina y colaboradores en el 2003. El número de años de datos varía dependiendo de la estación.

En los mapas de humedad, además de la precipitación se necesitó el dato de la evapotranspiración. Este dato aunque no es obtenido de manera directa de las estaciones automáticas sí es calculado por el programa que administra la Red de Estaciones, el ADCON Telemetry. El dato de evapotranspiración (ET0) se obtiene de manera horaria, para obtener el dato diario se sumaron los 24 datos del día. Y al igual que los datos de lluvia se obtuvieron las sumatorias de las tres decenas del mes y el total del mes.

Una vez calculados estos datos se utilizó el programa IDRISI para generar los mapas. Para ello se ocuparon las coordenadas geográficas de cada una de las 36 estaciones automáticas de la

red, lo que permitió ubicar en el mapa de Zacatecas los puntos con los atributos correspondientes. Los datos decenales y mensuales se sometieron a un proceso de interpolación que permitió cubrir toda el área del Estado aun cuando no se cuente con estaciones en todo el Estado.

Para los mapas de lluvia la clasificación que se utilizó dependió de la cantidad de lluvia que se registró en cada etapa. En los mapas de porcentaje con respecto al histórico se utilizó una escala en porcentaje que indica qué tanto se desvió la precipitación de la decena o mes con respecto a lo que se esperaba obtenido de los datos promedio. La escala se divide en 9 valores: de -100 a -75, de -75 a -50, de -50 a -25, de -25 a -10, -10 a 10, de 10 a 25, de 25 a 50, de 50 a 100 y más del 100% (Fig. 1).

En cuanto a los mapas de humedad se utilizó una escala de cinco categorías que indican si la lluvia que se precipitó de manera decenal o mensual fue la suficiente para el desarrollo de los cultivos. Las categorías son: deficiente, ligeramente deficiente, adecuada, ligeramente excesiva y excesiva (Fig. 1).

Figura 1. Categorías para los diferentes tipos de mapas generados

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron un total de 12 mapas por mes, 4 de lluvia, 4 del porcentaje de lluvia con respecto a los datos históricos y 4 más de la humedad disponible; de cada uno de los cuatro mapas de lluvia fueron 3 decenales (primera, segunda y tercera decena) y un mensual. En total para los dos meses fueron 24 mapas donde se puede observar de manera gráfica cómo se han venido presentando las lluvias.

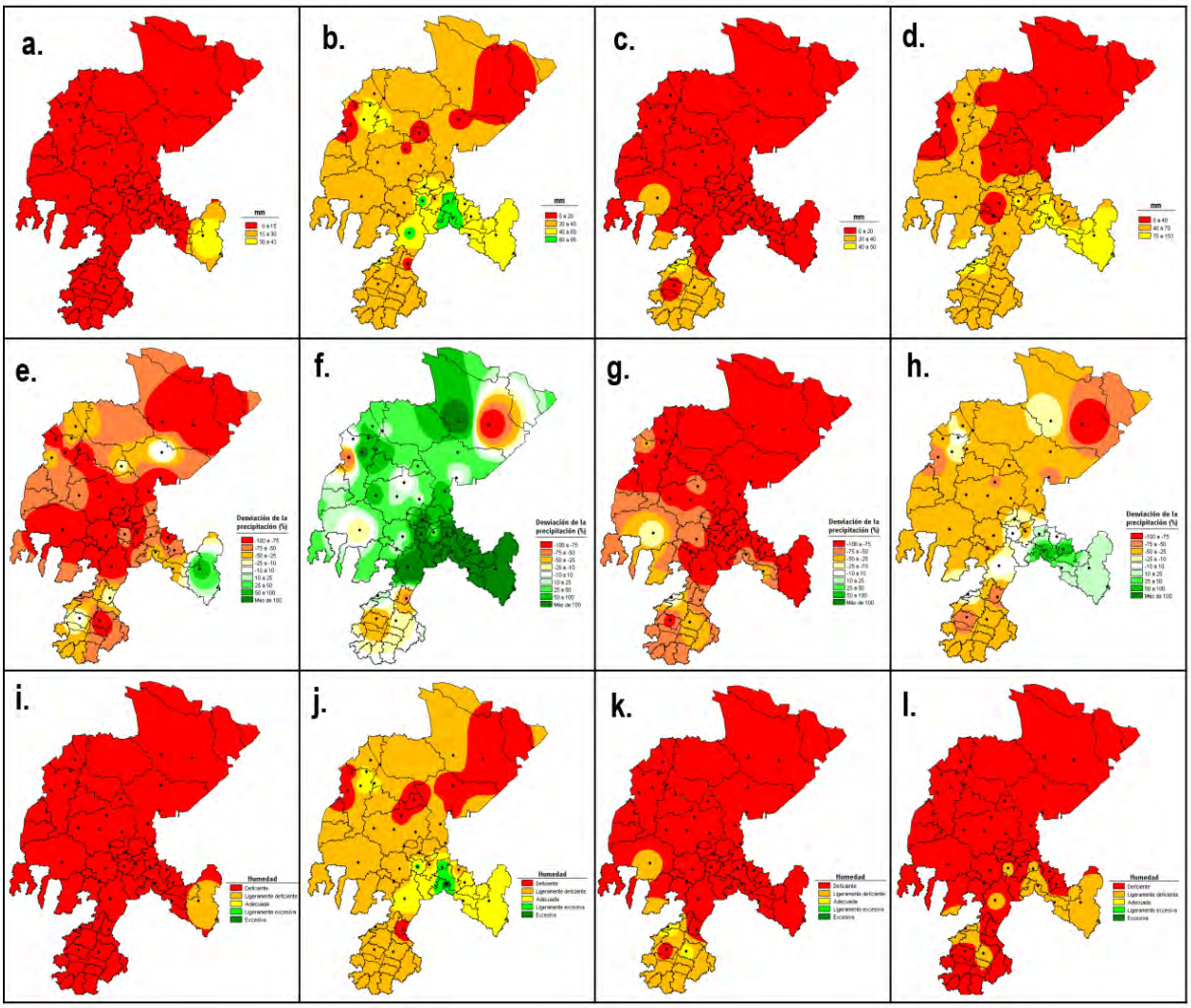


Figura 2. Precipitación decenal: a) primera decena del mes de junio. b) segunda decena del mes de junio. c) tercera decena del mes de junio. d) mes de junio. Porcentaje de la precipitación respecto al histórico: e) primera decena del mes de junio. f) segunda decena del mes de junio. g) tercera decena del mes de junio. h) mes de junio. Humedad: i) primera decena del mes de junio. j) segunda decena del mes de junio. k) tercera decena del mes de junio. l) mes de junio.

Las categorías para los mapas de precipitación de junio en milímetros fueron: primera decena de 0 a 15, 15 a 30 y 30 a 43; segunda decena de 0 a 20, 20 a 40, 40 a 60 y 60 a 86; tercera decena de 0 a 20, 20 a 40 y 40 a 50; finalmente para el mes de 0 a 40, 40 a 70 y 70 a 103.

Las categorías para los mapas de precipitación de julio en milímetros fueron: primera decena de 0 a 20, 20 a 40, 40 a 60, 60 a 90 y 90 a 151; segunda decena de 2 a 30, 30 a 50, 50 a 70, 70 a 90 y 90 a 121; tercera decena de 0 a 20, 20 a 40, 40 a 60, 60 a 80 y 80 a 107; finalmente para el mes de 48 a 80, 80 a 120, 120 a 160, 160 a 200 y 200 a 275.

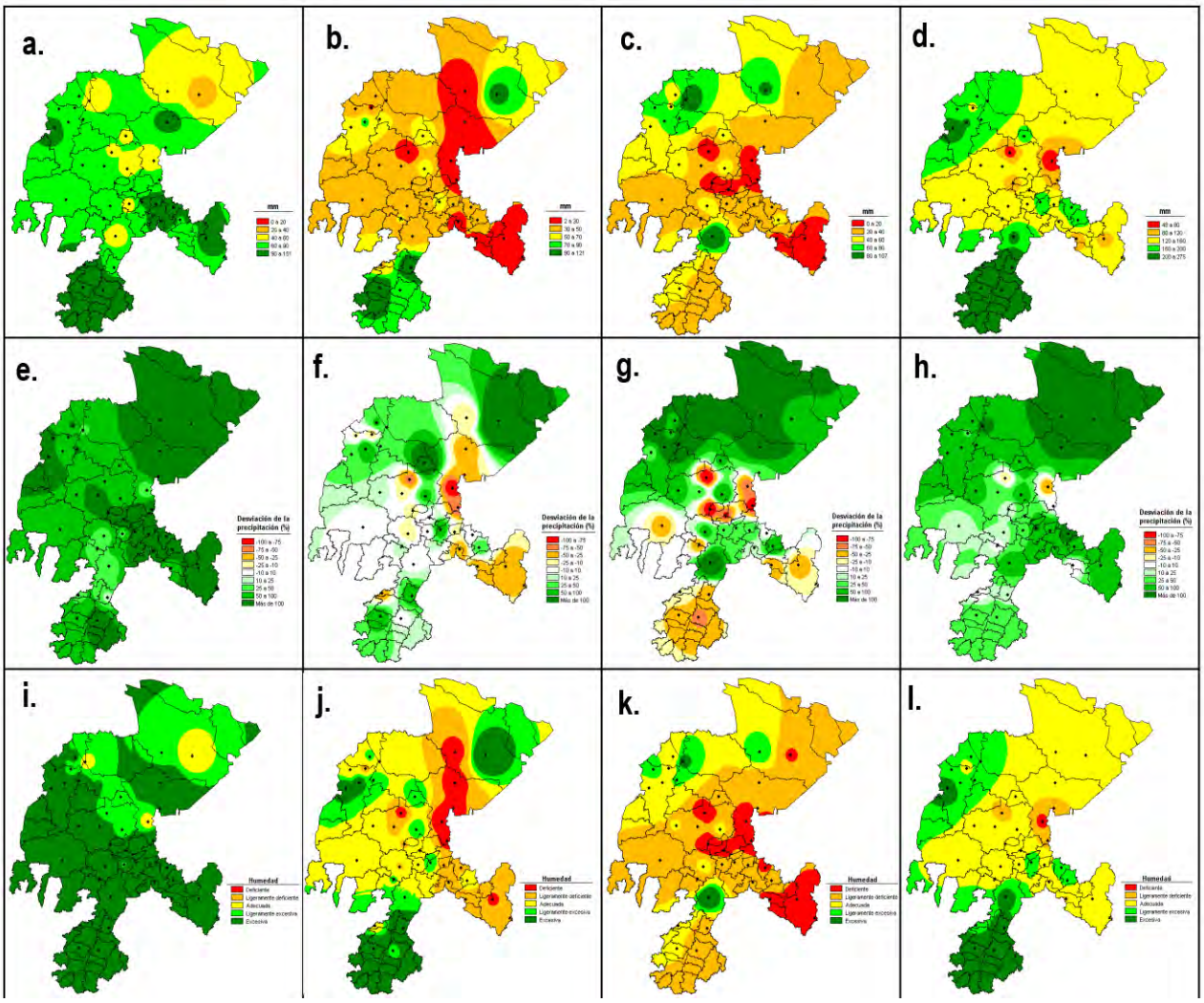


Figura 3. Precipitación decenal: a) primera decena del mes de julio. b) segunda decena del mes de julio. c) tercera decena del mes de julio. d) mes de julio. Porcentaje de la precipitación respecto al histórico: e) primera decena del mes de julio. f) segunda decena del mes de julio. g) tercera decena del mes de julio. h) mes de julio. Humedad: i) primera decena del mes de julio. j) segunda decena del mes de julio. k) tercera decena del mes de julio. l) mes de julio.

En el mes de junio en la primera decena llovió un poco en el municipio de Pinos, la segunda decena se registró lluvia en la mayor parte del Estado y en la tercera volvió a disminuir la cantidad precipitada. Si se observan los mapas de porcentaje con respecto al histórico se puede ver que tanto en la primera decena como en la tercera llovió en la mayor parte del Estado menos del 50% de lo esperado, en la segunda decena en casi todo el territorio llovió 50% o más de lo esperado. Aunque la segunda decena hubo mayor precipitación respecto al histórico, la humedad del mes se consideró deficiente, sólo en la segunda decena fue ligeramente deficiente.

En el mes de julio sólo en la tercera decena no se registró lluvia en algunas estaciones, en el mes en la mayor parte del estado llovió de 120 a 160 mm, con un máximo de 200 a 275 mm en los la región de los Cañones. En las decenas el porcentaje de precipitación respecto a lo esperado fue entre 50% a más del 100% de lo esperado, así como en el mes. Observando los mapas de humedad la primera decena fue excesiva en más de dos terceras partes del Estado, la segunda mayormente suficiente y la tercera decena un ligeramente deficiente, analizando el panorama de manera mensual la humedad fue más que suficiente para más del 90% de Zacatecas.

El temporal en Zacatecas se espera comience durante los meses de junio a julio, como se pudo observar en los mapas hasta julio comenzó a llover de manera generalizada en el Estado, incluso más de lo esperado, por lo que muchos campesinos no pudieron establecer sus siembras hasta principios de agosto cuando la precipitación se retiró, uno de las consecuencias que pueda tener el sembrar en estas fechas es que los cultivos no alcancen a madurar y las heladas tempranas los afecten.

CONCLUSIONES

Es necesario contar con este tipo de herramientas gráficas que nos permitan observar las condiciones de lluvia en todo el estado para poder tomar decisiones del manejo de los cultivos o para apoyo a programas en el campo mexicano. Sería conveniente aumentar el número de estaciones agroclimáticas en el Estado.

BIBLIOGRAFÍA

Medina G., G., Ruiz C., J. A. y Martínez P., R. A.1998. Los climas de México: Una estratificación ambiental basada en el componente climático. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro. México. 104 p. (Libro técnico No.1).

Medina G. G., Cabañas C. B., Ruiz C. J. A., Madero T. J., Rubio D. S., Rumayor R. A., Luna F. M., Gallegos V. C., Gutiérrez S. R. y Bravo L. A. 2003. Potencial Productivo de Especies Agrícolas en el Estado de Zacatecas. CIRNOC-CEZAC INIFAP. Libro técnico No. 2

Medina, G.G. y Ruiz, C.J.A. 2004. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Zacatecas (Periodo 1961-2003). Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Zacatecas. Libro técnico no. 3

Medina G. G., Grageda G. J., Ruiz C. J. A. y Báez G. A. D. 2008. Uso de estaciones meteorológicas en la Agricultura. CIRNOC-CEZAC. INIFAP. Folleto informativo Núm. 50.

Ortiz V. M. 1998. El frijol en el estado de Zacatecas. Gobierno del estado de Zacatecas. Zacatecas, Zacatecas, México

SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2012. Anuario estadístico de la producción agrícola. http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrappe r&Itemid=350 Acceso: Julio, 2013.

EVALUACIÓN DE MODELOS DE SIMULACIÓN PARA ESTIMAR EFICIENCIAS, EN RIEGO POR GRAVEDAD

Miguel Rivera González[1], Juan Estrada Avalos[1], Ramón Trucios Caciano[1], Gerardo Arriaga Esquivel[1] y Gerardo Delgado Ramírez [1].

[1]CENID-RASPA, INIFAP. Km 6+500 margen derecha canal Sacramento, Gómez Palacio Dgo. México E-mail: rivera.miguel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Aproximadamente el 80 % de todos los recursos hídricos consumidos por la humanidad a nivel mundial, se utilizan para el riego de los cultivos (Águila, 1997). La actividad agrícola es la que consume más agua, y es en esta donde se desperdicia más este recurso. En un estudio realizado por el Banco Mundial en 1988 (Águila, 1997) se estimó que la eficiencia promedio alrededor del mundo en el uso del agua en la agricultura es del 30 %. En México se estima que la eficiencia de conducción es del orden del 60 % (Palacios, 1990) y la de aplicación a nivel de parcela del 60 % (Águila, 1997) lo que resulta una eficiencia global de 36 %.

Una alternativa para aumentar las eficiencias de requerimiento (Er) y aplicación (Ea) así como la uniformidad de distribución (UD) del agua de riego, es la utilización de modelos de simulación, con los cuales se puede simular una gran cantidad de condiciones y escenarios de de riego y seleccionar el más adecuado. El RIGRAV (Rendón, 1995) y SIRMOD III (Walker, 2003) son unos de los programas de cómputo más utilizados para la simulación del riego por gravedad

Utilizando el modelo RIGRAV, se ha demostrado que el gasto que maximiza las eficiencias de aplicación, requerimiento y de uniformidad del riego es único (Rendón *et al*, 1992). Además, cuando la longitud del riego se duplica o triplica, el gasto de riego debe aumentar en la misma proporción para obtener las máximas eficiencias.

Utilizando resultados de experimentos y aplicando el modelo de simulación SIRMOD para el diseño del riego por gravedad en alfalfa a nivel comercial en la Región Lagunera, se demostró que se pueden producir 101 ton/ha de forraje verde con una lámina de riego de 189 cm, siempre que se considere la pendiente, la longitud de la melga o surco y los tiempos de riego para cada suelo en especial (Catalán, 1998).

Dependiendo del grado de las simplificaciones hechas a las ecuaciones iniciales básicas, hay esencialmente cuatro grandes grupos de modelos disponibles que permiten simular el movimiento del 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)

Cabrera en (1999) utilizando el programa SIRMOD menciona que los resultados obtenidos en evaluaciones de riego para surcos realizadas en el cultivo de la caña de azúcar para diferentes condiciones de suelo y topografía en Cuba, en el período comprendido entre 1989 y 1998. Como aspectos fundamentales se obtuvieron longitudes de surcos entre 120 y 250 m, para espaciamiento entre surcos de riego de 1.6 m, longitudes de surcos entre 250 y 333 m, para espaciamiento entre surcos de riego de 3.2 m, con gastos de entrega de 2 lps, valores de eficiencia de aplicación (Ea) entre 61 y 87 %, de almacenamiento (Ea) entre 95 y 100 %, de uniformidad de distribución entre 69 y 81 % y valores de productividad del riego entre 4.5 y 8.1 ha / hombre / jornada.

Posteriormente Alvarado *et al*. (2001) Realizó una calibración de los modelos de simulación SIRMOD y RIGRAV, encontrando que, utilizando los modelos de simulación para diseñar el riego y aplicando el paquete tecnológico del INIFAP-CALERA, se aplicó una lámina total de 23 cm ha^{-1} de agua, para producir 3 ton ha^{-1} de frijol, mientras que en una parcela testigo se aplicaron 57 cm ha^{-1} para producir solamente 1.5 ton ha^{-1} del grano. En base a los estudios anteriores el objetivo principal de este estudio fue evaluar los modelos de simulación SIRMOD y RIGRAV, para predecir eficiencias en riego por gravedad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para evaluar los modelos de simulación se realizaron pruebas de riego en tres localidades de la Región Lagunera: Santa Bárbara (Nazas Dgo), las Mercedes (San Pedro Coah.) y San Ramiro (Fco. I. Madero Coah.). También se utilizo la información de campo, recabada por Luna (1987), de las localidades del ejido La Purísima (Matamoros Coah.) y un lote experimental del CENID – RASPA (Gómez Palacio Dgo). En cada predio en estudio se realizaron las siguientes actividades: Caracterización fisico-química inicial del suelo y la evaluación de las eficiencias de riego en campo.

Caracterización de las propiedades fisicoquímicas iniciales del suelo.

Se sacaron tres muestras de suelo para cada sitio en estudio a las profundidades de 0-30, 30-60, 60-90 y 90-120 cm. Una vez obtenidas las muestras de suelo se formó una sola muestra

compuesta para cada profundidad. Las determinaciones fisicoquímicas fueron las siguientes: textura, capacidad de campo (CC), punto de marchites permanente (PMP), densidad aparente (Da), materia orgánica y la conductividad eléctrica (CE). (Cuadros 1 y 2).

Cuadro1.- Características fisicoquímicas iniciales de las localidades San Ramiro, y Santa Bárbara, donde se realizaron las pruebas de riego

Predio o localidad	Característica	Profundidad del suelo(cm)			
		0-30	30-60	60-90	90-120
San Ramiro	Textura	Franca	Franca	Franca	Franca
	Capacidad de campo (%)	22.5	25.5	29.7	32.5
	Punto de marchitez permanente (%)	11.2	13.2	15.4	19.5
	Densidad aparente (g/cm^{-3})	1.2	1.4	1.3	1.3
	Materia orgánica (%)	0.94	0.87	1.07	0.73
	Conductividad eléctrica ($dS\ m^{-1}$)	1.81	1.7	2.76	1.47
Santa Bárbara	Textura	franca	Franca Arcillosa	Franca arcillosa	
	Capacidad de campo (%)	26.4	19.2	22.5	
	Punto de marchitez permanente (%)	12.8	7.5	9.8	
	Densidad aparente (g/cm^{-3})	1.4	1.3	1.4	
	Materia orgánica (%)	1.49	0.34	0.48	
	Conductividad eléctrica ($dS\ m^{-1}$)	2.38	2.53	2.01	

Cuadro 2.- Características fisicoquímicas de las localidades Las Mercedes, la Purísima y el lote experimental del CENI-RASPA donde se realizaron las pruebas de riego.

Predio o localidad	Característica	Profundidad del suelo(cm)			
		0-30	30-60	60-90	90-120
Las Mercedes	Textura	Franca arcillosa	Franca	Franco arcillosa	Franco
	Capacidad de campo (%)	36.5	28.9	31.2	40.7
	Punto de marchitez permanente (%)	22.3	16.7	18.6	25.6
	Densidad aparente (g/cm^{-3})	1.2	1.2	1.3	1.3
	Materia orgánica (%)	1.2	0.7	0.7	0.6
	Conductividad eléctrica ($dS\ m^{-1}$)	0.39	1.56	1.62	1.30
La Purísima	Textura	Franca arcillosa	Franca arcillosa	Franca arcillosa	Franca arcillosa
	Capacidad de campo (%)	32.3	32.3	33.8	34.7
	Punto de marchitez permanente (%)	15.7	15.7	18.0	18.1
	Densidad aparente (g/cm^{-3})	1.23	1.37	1.25	1.28
	Materia orgánica (%)	0.89	0.27	0.27	0.21
	Conductividad eléctrica ($dS\ m^{-1}$)	0.58	0.54	2.5	3.5

Lote del CENID-RASPA	Textura	Franca arcillosa	Franca arcillosa	Franca	Franca
	Capacidad de campo (%)	33.7	31.1	26.1	28.0
	Punto de marchitez permanente (%)	16.0	15.2	11.3	14.6
	Densidad aparente (g/cm^{-3})	1.3	1.4	1.3	1.3
	Materia orgánica (%)				
	Conductividad eléctrica ($dS\ m^{-1}$)				

Evaluación de las eficiencias de riego: Para evaluar las eficiencias de riego, se realizaron prueba de avance del riego en las condiciones que opera el productor en cada una de las localidades. Se selecciono una melga representativa de cada sitio experimental, a la cual se le realizo lo siguiente: determinación del contenido de humedad antes y después del riego, para lo cual se tomaron muestras de suelo en cada melga a diferentes profundidades previamente definidas, las muestras fueron tomadas utilizando una barrena y colocadas en botes de aluminio y posteriormente se llevaron al laboratorio para determinar su contenido de humedad. Para conocer el gasto aplicado se utilizó un molinete digital para medir la velocidad del agua y el área de la sección de paso del agua ala melga. Con un cronómetro se registro el tiempo del inicio y final (tiempo de corte del riego) así como el tiempo transcurrido en llegar a cada estación delimitada a través de la melga.

Los Programas de simulación evaluados fueron el SIRMOD III (Walker, 2003 y el RIGRAV (Rendón,1995) y el análisis estadístico utilizado para comparar el grado de error de cada uno de los modelos evaluados fue la prueba de la ji – cuadrada.

RESULTADOS Y DISCUSION

Evaluación de las eficiencias de riego en campo.

En el Cuadro 3, se presentan las evaluaciones hechas en campo, en el se describe las variables utilizadas y obtenidas de cada predio seleccionado, las cuales son, el gasto aplicado (Qa), gasto unitario por ancho de melga (Qu) longitud de melga (Lm), ancho de melga (Am), Pendiente (So), Tiempo de riego (Tr), Volumen aplicado (Va), Lamina bruta (Lb), Lamina neta (Ln), eficiencia de aplicación (Ea), eficiencia de requerimento (Er), uniformidad de distribución (UD) y la textura del suelo.

Las eficiencias de requerimiento variaron en un rango del 38 al 84 % y las de aplicación del 36 al 79 % mientras que las uniformidades de distribución oscilaron en un rango del 63 al 90 % al respecto Rendón (1997) menciona que un buen diseño del riego por gravedad es aquel en que la eficiencia de requerimiento debe ser del 100% y la aplicación del 90 %. Las pendientes longitudinales de las melgas donde se realizaron las pruebas de riego variaron en un rango de 0.01 a 0.05 % al respecto Rendón *et al* (1997) menciona que en pruebas de riego y en riego de parcelas comerciales las pendientes en un rango de 0.05 y 0.5 % no tiene mucha influencia en el diseño del riego por gravedad. El gasto unitario aplicado en las pruebas de riego vario en un rango de 2.0 a 5.3 L S^{-1} por metro de ancho de melga. La mayor eficiencia de aplicación la presento la localidad las Mercedes y la más baja el área experimental de CENID-RASPA. Así mismo la mayor eficiencia de requerimiento la presento la localidad Santa Bárbara y la menor una vez más la localidad evaluada en el CENID-RASPA, del INIFAP.

Cuadro 3.- Evaluación de las eficiencias de riego en campo

Datos de campo	Localidades				
	San Ramiro	Las Mercedes	Santa Bárbara	La Purísima	CENID - RASPA
Qa (lps)	50.0	40.2	113.2	36.0	18.0
Qu (lps) por metro de ancho de melga	3.0	2.0	5.3	3.6	2.2
Lm (m)	193.0	174.0	132.0	135.0	105.0
Am (m)	16.8	20.5	21.4	10.0	8.0
Superficie (m^2)	3242.4	3567.0	2824.8	1350.0	840.0
Pendiente (%)	0.02	0.02	0.01	0.03	0.05
Tr (min)	198.o	240.0	130	73	178
Va (m^3)	594.0	577.4	603.1	157.7	192.2
Lb (cm)	18.0	16.0	21.0	12.0	23.0
Ln (cm)	16.2	14.4	18.9	10.8	20.7
Textura	Franca	Franca arcillosa	Franca arenosa	Migajón arcilloso	Migajón arcilloso
Ta(min)	128.0	211.0	89.0	73.0	178.0
Ea(%)	62.0	79.0	52.0	66.0	36.0
Er(%)	59.0	70.0	84.0	38.0	54.0
UD(%)	63.6	90.0	77.0	71.0	63.0

Eficiencias de riego generadas por los modelos de simulación.

En el cuadro 3 se presentan las eficiencias de aplicación y requerimiento generadas por los modelos, al compararlas con las eficiencias de riego medidas en campo utilizando la prueba de Ji cuadrada, el programa SIRMOD III fue el que estimo con mayor precisión tanto las eficiencia de aplicación y requerimiento en las texturas de suelo franca y franca arcillosa y el modelo RIGRAV estimo con mayor precisión las eficiencias de riego en la textura franco arenosa de la

localidad Santa Barbará. En programa SIRMOD III se utilizo el modelo hidrodinámico el cual al compararlo con los modelos de cero Inercia y onda cinemática simula con mayor precisión la fase de avance del riego (López, 2009).

Cuadro 3.- Eficiencias de riego obtenidas mediante simulación y en campo

Modelos de simulación	Variables	Localidades				
		San Ramiro	Las Mercedes	Santa Bárbara	La Purísima	CENID - RASPA
SIRMOD III	Ta (min)	130	217	77.9	72	181.8
	Ea (%)	97.4	100	11	100	67.6
	Er (%)	97.7	73.7	100	57.4	100
	UD (%)	93.2	95.0	89	96	98.4
RIGRAV	Ta (min)	97.6	79.0	32.0	33.0	72.0
	Ea (%)	90	88	77	100	100
	Er (%)	100	100	100	90	57.4
	UD (%)	97	96	91	92	96.0
Campo	Ta(min)	128	211	89	73	178
	Ea(%)	62	79	52	66	36
	Er(%)	59	70	84	38	54
	UD(%)	64	90	77	71	63

CONCLUSIONES

Para las texturas de suelo franca y franca arcillosa el modelo que estimo con mayor precisión las eficiencias de aplicación y requerimiento fue el SIRMOD III y para la textura de suelo franca arenosa estimo con mayor precisión las eficiencia de riego el programa RIGRAV.

BIBLIOGRAFIA

Alvarado M. P., Mojarro D. F., González T. J.2001. Calibración in Situ de Dos Modelos de Simulación para el Diseño de Riego Superficial en el D.R. 034 Zacatecas. Página de Internet http://www.ciu.reduaz.mx/investigacion/Ingenieria/TI06.htm.

Águila, F. 1997. Alternativa tecnológica y organizacional para mejorar la eficiencia en el uso del agua en la agricultura. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.

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.

Luna, D. E. 1987. Evaluación de la eficiencia y uniformidad del riego de presiembra en melgas en la Región Lagunera (Coah. Dgo.) Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo Coah.

Palacios V., E. 1990. La eficiencia en el uso del agua en los distritos de riego. Memoria: Análisis de la problemática del agua y perspectivas para la modernización de su uso en la agricultura de Guanajuato, Celaya, Gto., México.

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.

EVALUACIÓN DE LA TOLERANCIA A SALINIDAD Y SODICIDAD DE CUATRO ESPECIES DE PASTO, EN UN SUELO SALINO SODICO DE UN BOSQUE URBANO

Miguel Rivera González[1], Miguel Ángel Aguilera López [2], Eduardo Aron Flores Hernández[3], Hilario Macías Rodríguez[1] y Gerardo Esquivel Arriaga[1]

[1]CENID-RASPA, INIFAP. Km 6+500 margen derecha canal Sacramento, Gómez Palacio Dgo. México E-mail: rivera.miguel@inifap.gob.mx [2] Alumno del Instituto Tecnológico de Torreón. Carretera Torreón-San Pedro Km. 7.5 Torreón, Coahuila. Tel (871) 7 50 71 [3] Profesor de la Universidad Autónoma Agraria Antonio, Unidad Laguna. Periférico y Carretera a Santa Fe Torreón Coah.

INTRODUCCIÒN

A nivel mundial las tierras arables cubren alrededor de siete billones de hectáreas de estas 1.5 billones son suelos cultivados de las cuales el 23% son suelos salinos y el 37% son suelos sódicos (Szabolcs, 1994). En México un 10% del área irrigada tiene problemas de salinidad y de esta, el 64% se localiza en la parte norte del país. En la Comarca Lagunera (estados de Durango y Coahuila) un 15% de los suelos agrícolas presentan algún grado de salinidad y/o sodicidad (Santamaría *et al.,* 2006). Los problemas salinidad y el exceso de sodio intercambiable no son exclusivos de las áreas agrícolas, estos también se presentan en plazas y bosques de áreas urbanas, lo cual constituye una limitante para el desarrollo y producción de muchas especies de vegetación no tolerantes a salinidad.

Para el mejoramiento o recuperación de suelos salinos tradicionalmente se han utilizado los métodos hidrotécnicos y físicos y en suelos sódicos y salino sódicos el uso de los mejoradores químicos tales como el yeso agrícola, el ácido sulfúrico así como la incorporación de residuos de cosecha, biofertilizantes, lodos residuales y el establecimiento de cultivos tolerantes a salinidad o fitoremediacion (Rivera *et al* 2012)

Es de gran importancia evaluar especies de pastos que toleren dichos niveles de salinidad. La tolerancia a las sales de las plantas varia ampliamente de acuerdo a su fase de desarrollo y propiedades biológicas (tensión, especies, etc.) y también de acuerdo a la composición de sales en la solución de suelo, el régimen de humedad y fertilidad de suelo (Berg, 1973). Devitt, *et al* (1993) encontraron que el pasto bermuda (Cynodon dactylon L.) en prolongados déficit de agua y bajo condiciones salinas puede regular la actividad estomatal para compensar la baja conductancia durante varios periodos de estrés. Dean, *et al*. (1996) encontraron que el pasto Bermuda común mejorado (Cynodon dactylon L. Numex Sahara) presento mejor comportamiento en climas áridos con excesos de sales y el estrés por déficit hídrico que el Fetusca alta (Festuca Arundinacea Schreb. Monarch) al utilizar dos niveles de salinidad del agua (1.1 y 6 dS m^{-1}).

Feuchter (2009) señala que los zacates bermuda son considerados dentro de las especies cultivables de buena palatabilidad con mayor tolerancia a la salinidad, ya que este zacate rinde 90% de su potencial en suelos con una conductividad eléctrica de 6.9 dS m-1 y aun así se obtiene un rápido establecimiento. Es un pasto de amplio desarrollo radical y cobertura basal, que le permite soportar periodos prolongados de sequia, sin cambiar el aspecto de sus hojas. El objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar la tolerancia a salinidad de cuatro especies de pastos en un suelo salino sódico, de un bosque urbano

MATERIALES Y METODOS

Se estableció un experimento en un invernadero sin clima controlado (con cubierta de plástico y malla sombra en los laterales), para evaluar el grado de tolerancia a la salinidad y sodicidad de cuatro especies de pastos las cuales fueron: Bermuda común (*Cynodon dactylon*), Bermuda Sahaverde (*Cynodon dactylon*), Survivor (*Fetusca spp*) y Champion G.Q.(*Lolium perenne* L.). Se utilizaron como unidades experimentales columnas de PVC de 12 pulgadas de diámetro y 40 cm de longitud, las cuales fueron previamente parafinadas para evitar el efecto de pared del flujo de agua, posterior a esto fueron llenadas con un suelo salino sódico traído del Bosque Filadelfia de Gómez Palacio Durango; en seguida se realizó la siembra de los pastos, la cual se realizó en seco y posteriormente se aplicaron los riegos.

Las variables evaluadas fueron la producción de forraje verde y materia seca, así como las variables del suelo tales la conductividad eléctrica, el porcentaje de sodio intercambiable y los carbonatos totales al final del experimento.

En el cuadro 1 y 2 se presentan las características fisco-químicas iniciales del suelo ,antes de efectuar la siembra de los pastos. Predomina la textura arcilla franca para los tres estratos de suelo. Todo el perfil de suelo es de buena capacidad de retención de humedad. Para todos los estratos los suelos son clasificados como suelos salino-sódicos.

Cuadro 1.- Características iniciales de retención de agua de los suelos en las columnas de PVC antes del establecimiento de los pastos

Estrato (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Textura	Da (gcm^{-3})	m.o. (%)	CC (%)	PMP (%)
0-10	41.7	22.7	35.6	Arcilla franca	1.5	0.77	33.9	25.0
10-20	33.7	32.7	33.6	Arcilla franca	1.5	0.28	33.6	25.5
20-30	33.6	32.7	33.8	Arcilla franca	1.5	0.28	33.6	25.5

Nota: los contenidos de humedad a capacidad de campo (CC) y punto de marchitez permanente (PMP) están en % volumétrico

Cuadro 2.- Características iniciales de salinidad y sodicidad de los suelos en las columnas de PVC, antes del establecimiento de los pastos

Profundidad del suelo (cm)	pH	CE (dSm^{-1})	Na inter. ($Meq100\ g^{-1}$)	CIC ($meq100\ g^{-1}$)	PSI (%)	Carbonatos totales (%)
0-10	8.0	16.5	11.7	23.6	49.4	6.9
10-20	8.1	23.6	9.3	24.3	38.2	8.1
20-30	8.3	22.7	17.1	23.6	72.3	9.2

Nota: Na inter. Significa sodio intercambiable

RESULTADOS Y DISCUSION

Forraje verde y materia seca:

En el cuadro 3 se presentan la producción de forraje verde y materia seca promedio para cada tratamiento evaluado. El pasto Bermuda común presentó la mayor producción de forraje verde y materia seca, siendo estadísticamente igual a la producción de forraje verde del pasto Bermuda Sahaverde y ambos superiores a las otras especies de pastos. En cuanto a la producción de materia seca, de nuevo el pasto Bermuda común presentó la producción más alta, siendo estadísticamente superior a los otros pastos.

Cuadro 3.- producción de forraje verde y materia seca, para cada uno de los pastos evaluados

Pastos	Forraje verde($g\ m^{-2}$)	Materia seca ($g\ m^{-2}$)
Bermuda común (Cynodon dactylon)	1191_a	226_a
Bermuda Sahaverde (*Cynodon dactylon)*	1067_a	151_b
Survivor (*Fetusca spp*)	171_b	57_c
Champion G.Q.(*Lolium perenne* L.).	167_b	37_d

DMS a una probabilidad del 95%

Porcentaje de sodio intercambiable y conductividad eléctrica:

En el cuadro 4 se presentan los valores del porcentaje de sodio intercambiable (PSI) y conductividad eléctrica al final del experimento, en las columnas de suelo para cada pasto evaluado. Se puede observar que el Bermuda común presentó el valor del PSI más bajo en comparación con la condición inicial, siendo este estadísticamente inferior al resto de los pastos. El pasto Bermuda común redujo el porcentaje de sodio intercambiable inicial en un 50 %, este valor es muy similar al estudio reportado por Qadir *et al* (2007) quienes al analizar 17 estudios de fitoremediación de suelos salino sódicos calcáreos realizados en diferentes partes

del mundo, encontró que en promedio los cultivos abatieron el PSI en un 49% en comparación con el PSI inicial del suelo. Con respecto a la conductividad eléctrica como un indicador de la salinidad del suelo se encontró una diferencia significativa para los pastos evaluados en comparación con la condición inicial, sin embargo no hubo diferencia significativa entre estos para esta variable

Cuadro 4.- Conductividad eléctrica y porcentaje de sodio intercambiable promedios en las columnas de suelo al final del experimento

Pastos	Psi (%)	CE (dS m^{-1})
Condicion inicial del suelo	53.3_a	20.9_a
Champion G.Q.(*Lolium perenne* L.).	46.1_a	13.7_b
Bermuda Sahaverde (*Cynodon dactylon)*	44.8_a	15.5_b
Survivor (*Fetusca spp*)	43.2_a	15.9_b
Bermuda común (Cynodon dactylon	26.4_b	13.6_b

DMS a una probabilidad del 95%

CONCLUSIONES

De las especies de pastos evaluados por su tolerancia a la salinidad y sodicidad de los suelos. Los pastos Bermuda común y Bermuda Sahaverde, fueron las más tolerantes, por lo que constituyen una alternativa de fitoremediación, en la recuperación de suelos con problemas de salinidad y sodicidad de áreas verdes urbanas

BIBLIOGRÁFIA

Berg, C. Van den. 1973. Water and SALT balances. Irrigation, drenaige and salinity, An International, Source book.Hutccchison/FAO/UNESCO.Printed in Great Britain.

Dean, D.E., D.A. Devitt, L.S. Verchick and R.L. Morris. 1996. Turfgrass quality, growth, and water use influence by salinity and water stress. Agronomy Journal. Las Vegas, USA. 148:239-251.

Devitt, D.A., D.C. Bowman and P.J. Schulte. 1993. Response of Cynodon dactylon to prolonged water deficits under saline conditions. Plant and soil.Nevada Reno, USA. 148:239-251.

Feutcher A., F.R. 2009. Manual de transferencia tecnológica para adaptar la metodología del establecimiento y manejo agropecuario, biotecnología, propagación y uso sustentable de una pradera de zacate bermuda (Cynodon dactylon) pers. Universidad Autónoma de Chapingo (Centro Regional Universitario del Noroeste).

Qadir M.,J.D Oster, S. Shubert, A.D. Noble and K.L. Sahrawat. 2007 Phytoremedition of sodic and saline sodic soils. Advances in Agronomy Vol. 96 pag. 197-247

Rivera G.,M, C. Trucios A. Estrada J.,R. Delgado G.,T. Montemayor J.A 2012 Recuperación y mejoramiento de suelos con problemas de salinidad en áreas agrícolas y urbanas. Folleto técnico N° 24. CENID-RASPA, INIFAP

Santamaría C., J, D. Reta S., F.J. Chávez G. J.A. Cueto W., J.I R. Paredes R. 2006. Caracterización del medio físico en relación a cultivos forrajeros alternativos para la Comarca lagunera. Libro Técnico Nº 2 INIFAP. CELALA.

.Szabolcs I. 1994. Soils and salinization In: Handbook of Plant and Crop. Stress, M. Pessarakli, Ed. New York: Marcell Dekker pp. 3-11

EFECTO DE COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FORRAJE EN 12 HÍBRIDOS DE MAÍZ EN LA COMARCA LAGUNERA.

[1]Martínez A. H.J. 1, Carrillo A. J.S. 1, Puente M. J.L. 1, Espinoza B. A. 1, Ramírez L. J.CH.2

1Maestro Investigador U.A.A.A.N. U.L, 2Tesista
(hjmtza15@hotmail.com)[1]

INTRODUCCIÓN

La Comarca Lagunera está situada en las zonas áridas y semiáridas de la parte Centro-Norte de la República Mexicana y es considerada una de las cuencas lecheras más importantes en el ámbito nacional y que tiene como una actividad principal la producción de forraje. En este sentido la investigación se enfoca en la búsqueda de variedades e híbridos con características agronómicas, nutrimentales y potencial de rendimiento tanto de grano como forraje. En México el mejoramiento genético del maíz ha sido importante en la agricultura nacional, y se ha enfocado más a incrementar el rendimiento por unidad de superficie y en la calidad de forraje. El creciente aumento en la producción de maíz forrajero en las cuencas lecheras del país, plantea la necesidad de definir estrategias que identifiquen materiales con buenas características para forraje, sin embargo a la fecha, ninguno de los híbridos de maíz usados para forraje en México ha sido desarrollado en programas de mejoramiento genético para mayor producción y calidad forrajera, sino que fueron seleccionados para rendimiento de grano. Peña *et al*., 2004 Entre los criterios de selección para el mejoramiento del maíz para ensilaje están la digestibilidad, el rendimiento de la materia seca y el porcentaje de elote. Peña *et al.*, 2003 y Peña *et al.*, 2004. Pero por lo general, los híbridos forrajeros, son seleccionados arbitrariamente por su capacidad productora de materia seca y poco interés se ha puesto a su calidad nutritiva. El objetivo del presente trabajo fue el de cuantificar la capacidad de producción de forraje fresco, materia seca total, calidad nutricional y adaptación de nuevos híbridos de maíz forrajero a las condiciones agroclimáticas de la Comarca Lagunera.

REVISIÓN DE LITERATURA

El maíz es una planta anual con gran desarrollo vegetativo, que se puede describir como un sistema metabólico cuyo producto final es fundamentalmente el almidón, depositado en órganos especializados llamados granos. Reyes, 1990.

De la Cruz, 2007. Menciona que el contenido de grano en el maíz forrajero es de gran importancia siendo esta una de las alternativas con que se cuenta para solucionar la escasez

de forraje también algunas de las ventajas de la utilización de este forraje es: alto potencial de rendimiento de forraje.

Núñez *et al.*, 2003. Señala que el maíz para forraje debe tener una alta productividad, bajo contenido de proteínas y minerales, así como un elevado valor energético. Con algunas excepciones la producción de mazorcas correlacionan de manera alta y significativa con la digestibilidad de la planta, esto significa que la selección de los materiales con alta producción de mazorca podría favorecer una mayor claridad de forraje. Peña *et al.*, 2002

Ramírez, 1997. Menciona que la utilización de forraje en maíz, tiene dos variantes: la primera es el ensilado en verde, la cual se ha venido utilizando con mayor frecuencia debido a la comercialización de híbridos y variedades de maíz en la zona. En cuanto a la segunda variante, este se utiliza como forraje molido, en donde se muele toda la planta una vez que adquiere toda su madurez fisiológica.

El nivel nutricional del maíz usado como forraje tiene una función proteica y su potencial de digestibilidad es tal que varia con el contenido de grano y composición de elote. Coors *et al.*, 1994

Núñez *et al.*, 2006. El maíz para forraje tiene alta productividad, contenidos bajos de proteínas y minerales y valor energético. Varios autores han indicado diferencias entre híbridos de maíz en los contenidos de proteína, fibra y digestibilidad, en la materia seca.

Calidad forrajera

Desde el punto de vista en nutrición se refiere a la relación que existe entre el valor nutritivo de un ingrediente y la capacidad de los animales para convertirlos en productos como; carne y grasa estando en función el grado de digestibilidad del mismo; la calidad de forraje se determina por la capacidad de proveer los requerimientos nutricionales a los animales incluyendo su aceptabilidad, composición química y digestibilidad del mismo. Entre los parámetros considerados para la calidad del forraje está la materia seca (MS), el contenido de minerales, la concentración de proteínas tanto cruda como bruta, extracto etéreo (contenido de grasa) el grado de concentración. Cantú, 2003.

Herrera, 1999. Asume que el término calidad se refiere no sólo a la concentración de nutrientes como proteína cruda, energía y fibra, en un forraje ó bien a la proporción de granos en la planta, sin embargo el verdadero valor nutritivo del forraje de calidad con su digestibilidad y el efecto que provoca en el animal que lo consume se mide en producción de leche, crecimiento o ganancia de peso.

Contenido de fibras

Van Soest, 1996. Define a la fibra como el material estructural en las plantas resistentes a la acción de las enzimas digestivas de los animales que son digeridas por los organismos del rumen animal.

Fibra Detergente Neutra (FDN)

El contenido de fibras de la planta total y en especial la fibra de detergente neutra (FDN) de la planta sin elote ha sido considerado igual de importante que el contenido de grano en la calidad de forraje. Peña *et al.*, 2003

Núñez, 2003. Menciona que los híbridos con la misma concentración de fibra neutra detergente pueden tener valores de energía neta de lactancia diferente es debido a que la digestibilidad de FDN no es la misma. Existe variabilidad en el contenido de FDN en hojas y tallos con valores de 57.9 a 65 % y de 30 a 60 % del total. Wolf *et al*., 1993

Fibra Detergente Ácida (FDA)

Cantú, 2003. Menciona que la fibra detergente ácido (FDA) es la fracción de la pared celular del forraje más comúnmente aislada y reportada. Esto puede ser la determinación más importante del análisis del forraje. La FDA es la porción que queda después de un tratamiento con un detergente bajo condiciones ácidas e incluye la lignina, celulosa y sílice. Además es importante por lo que ha demostrado estar en correlación negativa con la digestibilidad del forraje administrado, nitrógeno y sílice que están unidos a la fibra.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación geográfica del experimento:

El trabajo se efectuó en dos etapas, la primera etapa, considero la evaluación agronómica de los materiales, la cual se realizó en el Ejido Fresno del Norte localizada en el km 30 de la carretera Torreón a Francisco I. Madero, Coahuila durante el ciclo primavera y verano del 2009. La segunda etapa consistió en el análisis de la calidad forrajera de los materiales en el estudio, el cual se llevó a cabo en el laboratorio de análisis de calidad de la UAAAN – UL.

Material genético

Se utilizaron 12 híbridos comerciales de maíz los cuales son: Híbrido SB- 302 (T), Híbrido NK-1863, Híbrido N83-N5, Híbrido JPX-33 amarillo, Híbrido JPX-76, Híbrido JPX-33 blanco, Híbrido JPX-75, Híbrido HT-9499 W, Híbrido HT-9299 W, Híbrido ARRAYAN, Híbrido ABT-376 y el Híbrido AS-948.

Diseño Experimental y Parcela experimental

La parcela de prueba consistió en establecer en una melga de 16 m de ancho y 80 m de largo, 20 surcos a una distancia de 75 cm. La distancia entre plantas fue 14 cm. Para los análisis estadísticos de la información se utilizó el modelo estadístico SAS del diseño bloques al azar con cuatro repeticiones.

Preparación del terreno

Se realizó un barbecho a 30 cm para romper la capa arable y así exponer las plagas para que se eliminen con el efecto de las condiciones del clima, un rastreo para eliminar el exceso de terrones.

Fecha de siembra

La siembra se realizó en día 10 de abril del 2009 en surcos a 75 cm de ancho y 80 m de largo. La distancia entre plantas fue de 14 cm, para una densidad de siembra de aproximadamente 94 mil semillas ha-1.

Riegos

El riego fue técnicamente en base a gravedad, aplicándose un riego de pre-siembra y dos de auxilio con intervalos de 35 y 20 dds.

Fertilización

Al inicio de la siembra no se fertilizó ya que había buena disponibilidad de elementos nutritivos en el suelo (nitrógeno, fosforo y potasio), se aplicó a partir del primer riego de auxilio una dosis de la fórmula 100-50-00. Un fertilizante foliar de N-FOS-83 con una dosis de tres litros por hectárea mesclado con seis litros de F-8 por hectárea.

Control de malezas

El control de maleza se realizó previo a los riegos efectuados, esta labor se realizó manualmente.

Control de plagas

Para el control de gusano cogollero se aplicó Alfa-Cipermetrina con una dosis de 0.5 l / ha-1 y un litro de Clorpirifos Etil. Para el control de araña roja de aplicó Artig (abamectina) con una dosis de 0.75 l / ha-1.

Cosecha

Se realizó en forma oportuna, en base al estado de madurez de cada híbrido y así obtener la máxima respuesta en producción y calidad nutricional.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Floración Masculina y Femenina

Shaw y Tom, 1951. Indican que la duración de la madurez del maíz se divide en etapa vegetativa y el desarrollo de mazorca. La etapa vegetativa puede descomponerse en tres periodos: 1. Siembra-emergencia, 2. Emergencia-espigamiento, 3. Espigamiento-floración femenina. Encontraron que de emergencia a espigamiento, es una fase para determinar el momento de la madurez, este periodo se hace más corto con temperaturas altas y humedad adecuada. El intervalo de la floración femenina a madurez es muy constante. Por lo que la madurez podría predecirse al añadir 50 días a la fecha promedio de la floración femenina, obteniéndose así la fecha aproximada de madurez fisiológica. Los resultados para la floración masculina, indican que para el 50% de floración, el promedio general fue 69 días y una variación de 65 y 75 días, donde resultaron como los híbridos con mayor precocidad JPX-76 y JPX-33 blanco, ambos con 65 días y el más tardío, el híbrido AS-948, con 72 días. La respuesta en cuanto a floración femenina, indica un promedio de 73 días, con un rango de variación 72 a 75 días, lo cual indica poca diferencia entre híbridos, sin embargo sobresalen por su ligera precocidad los híbridos N83-N5, NK-1863, JPX-76, HT-949W, JPX-75 y JPX-33 blanco, con 72 días, en tanto que el tardío, fue AS-948 con 75 días de floración. Cuadro 6

Porcentaje de materia seca

En cuanto al porcentaje de materia seca en los 12 híbridos evaluados, se menciona que el promedio general fue 33 por ciento, y una variación de 27.33 y 37.90 porciento, donde el genotipo con mayor rendimiento fue JPX-33 blanco con un porcentaje de 37.90%, el cual resulto estadísticamente igual a ocho de los genotipos evaluados; por el contrario el genotipo de menor respuesta fue HT-9499 W con un porcentaje de 27.33 por ciento de materia seca. Cuadro 6.

Rendimiento de forraje fresco por hectárea

En el cuadro 6. Esta variable mostró un promedio de 68,409 kg/ha, con un rango de variación de 51,111 a 81,933 kg/ha, donde el genotipo con mayor rendimiento fue SB-302 (T), con 81,933 kg/ha, el cual resultó estadísticamente igual a nueve de los genotipos evaluados; Por el contrario el híbrido de menor respuesta fue JPX-33 blanco el cual obtuvo un rendimiento de 51,111 kg/ha; En este sentido es importante resaltar la superioridad del testigo ya que fue el mejor de la totalidad del material incluido en este estudio.

Rendimiento de mazorca fresca por hectárea

Para esta variable se tuvo un promedio general de 24,369 kg/ha, mostrando un rango de variación no esperada por que resultaron estadísticamente iguales los 11 híbridos e incluyendo también el testigo; los 12 genotipos evaluados mostraron su diferencia de 21,633 a 26, 933

kilogramos, sobresaliendo los genotipos NK-1863, ARRAYAN, N83-N5, comparados con el híbrido JPX-33 blanco la que tuvo menor rendimiento de mazorca fresca. Cuadro 6.

Rendimiento de materia seca por hectárea

Se mostró promedio general de 22,249 kg/ha, con una variación de 19,152 kg/ha a 27,428 kg/ha, donde se menciona que el híbrido N83-N5 obtuvo mayor significancia con 27,428 kg/ha, este genotipo resulto igual a nueve de los híbridos evaluados; El genotipo de menor respuesta fue JPX-33 blanco con un rendimiento de 19,152 kg/ha; esto nos indica que para esta variable se recomienda establecer sembradíos con el híbrido N83-N5 para obtener un buen rendimiento de materia seca. Cuadro 6.

Cuadro6. Promedio de seis características agronómicas de 11 híbridos de maíz forrajero de ciclo Intermedio-precoz vs un testigo regional, evaluados en la SPR Fresno del Norte en la Comarca Lagunera. UAAAN – 2009

Hibrido	Flma (Días 50%)	Flfe (Días 50%)	Poms (%)	Rffh (kg)	Rmfh (kg)	Rmsh (kg)
N83-N5	68	72	36.89 ab	74,450 ab	26,266 a	27,428 a
JPX-33 AM	71	73	34.55 abcd	72,928 ab	25,933 a	25,238 ab
SB-302 (T)	68	73	30.57 abcd	81,933 a	24,255 a	24,053 ab
NK-1863	69	72	36.16 abc	64,056 abc	26,933 a	23,194 ab
ARRAYAN	69	73	29.37 bcd	76,339 ab	26,411 a	22,381 ab
ABT-376	71	74	35.61 abc	59,449 bc	22,766 a	22,037 ab
AS-948	72	75	33.26 abcd	65,117 abc	23,700 a	21,145 ab
JPX-76	65	72	32.47 abcd	65,131 abc	22,933 a	20,940 ab
HT-9499 W	69	72	27.33 d	76,222 ab	23,044 a	20,903 ab
JPX-75	67	72	31.71 abcd	65,706 abc	25,611 a	20,788 ab
HT-9290 W	71	74	28.78 cd	68,472 abc	22,944 a	19,732 b
JPX-33 BCO	65	72	37.90 a	51,111 c	21,633 a	19,152 b
Media General	**69**	**73**	**32,88**	**68,409**	**24,369**	**22,249**
CV (%)	**1**	**1**	**17**	**18**	**15**	**24**

* Tratamientos agrupados con misma letra son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad (DMS). Flma=floración masculina., Flfe=floración femenina., Poms=porcentaje de materia seca., Rffh=rendimiento de forraje fresco sobre hectárea., Rmfh=rendimiento de mazorca fresca sobre hectárea., Rmsh=rendimiento de materia seca sobre hectárea.

CONCLUSIONES

- De los híbridos evaluados se detectaron diferencias significativas en componente de rendimiento y de calidad forrajera.
- En floración los híbridos con mayor precocidad fueron JPX-76 y JPX-33 blanco, difiriendo en el inicio a floración masculina y para la floración femenina no hubo mucha diferencia por que la mayor parte de los híbridos fueron precoces con 72 días donde se

mencionan a los híbridos N83-N5, NK-1863, JPX-76, HT-9499W, JPX-75 y JPX-33 blanco.

- En cuanto a materia seca el híbrido JPX-33 blanco fue el que tuvo mayor porcentaje de materia seca con 37.90%.
- En rendimiento de forraje fresco fue el testigo SB-302 (T) que sobresalió, pero resulto también estadísticamente igual a nueve de los genotipos evaluados.
- De acuerdo a los resultados para el peso verde total de la planta el genotipo con el valor más alto para esta variable fue el SB-302 (T) con 18,43kg/ha.
- En cuanto a calidad para fibra detergente ácida el híbrido que presento menor porcentaje fue ARRAYAN con 19.76 y el más alto el híbrido HT-9499w con 37.93, lo cual podemos clasificarlo como de “excelente a bueno”.
- Para fibra detergente neutra los híbridos que se colocan como bueno son el JPX-75 con 41.58 y el híbrido N83-N5 con 45.47.
- Los híbridos evaluados resaltan con alta calidad los genotipos SB-302 (T) con 1.45, N83-N5 con 1.61 y JPX—75 con 1.71, para una buena energía neta de lactancia.
- Los híbridos N83-N5 y ARRAYAN presentan alta calidad de digestibilidad.

BIBLIOGRAFÍA

De la Cruz L., E., S.A Rodríguez H., A. Palomo G., A. López B., V. Robledo T., A. Gómez V. y R. Osorio O. 2007. Aptitud de proteína para características Forrajeras. Universidad y Ciencia 23 (1): 57-68.

González A. (1995) Ensilaje de Grano de Sorgo. Ciclo Internacional de Conferencias sobre Nutrición y Manejo. La importancia de los forrajes en la optimización económica. Envases especializados de L.A. L.A Gómez Palacio, Dgo.

Núñez H G, E F Contreras G, R Faz C. (2003) Características agronómicas y químicas importantes en híbrido de maíz para forraje con alto valor energético. Tec. Pecu. Méx. Pp. 47-48.

Núñez H., G, A. Peña R., F. González C. Y R. Faz C. 2006. Características de híbridos de maíz de alto rendimiento y calidad nutricional de forraje. 45-96. In: Inifap (ed.). Maíz forrajero de alto rendimiento y calidad nutricional. Libro científico Núm. 3 Centro de Investigación Regional Norte Centro, Matamoros Coahuila., México.

Peña R A, G Núñez H, F González C (2002) Potencial forrajero de poblaciones de maíz y relación entre atributos agronómicos con la calidad. Tec. Méx. Pp. 215-228.

Peña, R. A., F. González C. G. Núñez H., G. Jiménez C. 2004. Aptitud Combinatoria de líneas de maíz para alta producción y calidad forrajera. Rev. Fitotec. Méx. Pp 1-6.

Poehlman M. y S. Allen; “Mejoramiento Genético de las cosechas”, Editorial Limusa, 480ppm, 2003.

PRODUCCIÓN DE MAÍZ CRIOLLO EN DOS ROTACIONES DE CULTIVO, LABRANZA DE CONSERVACIÓN Y DOSIS DE FERTILIZACIÓN

Jesús Arcadio Muñoz Villalobos[1], Maritza Angélica Macías[1], Miguel Agustín Velásquez Valle[1], Hilario Macías Rodríguez[1], Luis Mario Tapia Vargas[2]

[1] Investigador del INIFAP, CENI- RASPA Km 6.5 Margen Derecha Canal Sacramento, Gómez Palacio, Durango, México. 35140. E-mail: villalobos.arcadio@inifap.gob.mx
[2] Investigador del INIFAP. Campo Experimental Uruapan. Av. Latinoamericana 1101. Uruapan, Mich. C.P. 60080 tel. 452-523-7392 ext. 101. (tapia.luismario@inifap.gob.mx)

INTRODUCCIÓN

Las áreas de temporal cubren la mayor parte de la superficie potencial cultivable en México, con alrededor de 25 millones de hectáreas. El 80% de esta superficie de temporal se encuentra repartida en 15 estados de la república entre los que destacan: Chihuahua, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Zacatecas, México, Durango y Guanajuato. Los cultivos sembrados bajo estas condiciones son principalmente: maíz, trigo, sorgo, cebada, haba y frijol (INEGI. 2005).

La localidad donde se estableció el proyecto, se localiza en la región templada de Michoacán y los suelos presentes son de origen volcánico, el paisaje es accidentado (de montaña) por esta razón los productores desarrollan una agricultura de ladera, la cual es representativa de los sistemas de producción en esta zona. Por otro lado la presión por el uso del suelo con un manejo tradicional ha ocasionado el deterioro *in situ* y la degradación ecológica del Lago de Pátzcuaro (por azolve, y eutrofización).

Este cultivo de maíz se seleccionó, por ser una especie que se cultiva en los suelos de ladera del estado de Michoacán, y por contar con características agronómicas atractivas para el productor y por su capacidad de adaptarse al método de la labranza de conservación (Velásquez *et al*., 1999a). En la propuesta del proyecto, se plantearon estrategias para la conservación del recurso suelo a través de labranza de conservación, además de reducir el uso de fertilizantes químicos como fuente de nitrógeno, y con ese propósito se incluyeron las leguminosas en rotación con el objetivo de evaluar sus aportaciones de este nutrimento a través de la fijación simbiótica sobre el comportamiento del maíz y la fertilidad del suelo (Velásquez *et al*., 1999b; Osuna *et al,* 1997). De acuerdo con Alvarez-Solis *et al.,* 2000 la veza, tuvo incrementos netos en el número de bacterias (8.0 y 8.9), actinomicetos (7.02 y 7.08) y hongos (5.6 y 5.8) reportado en unidades formadoras de colonias logarítmicas por gramo de suelo, el principal objetivo del proyecto es el de reducir el uso de fertilizantes nitrogenados, por esta razón, se inició el ciclo con una leguminosa de invierno (como la Veza; *Vicia sativa*) y se

continuó con un cereal como el maíz, para medir el efecto residual del nitrógeno aportado al suelo, por la fijación simbiótica que hace la leguminosa y su respuesta a dosis reducidas de nitrógeno mineral.

METODOLOGIA

El maíz se sembró en la misma superficie de terreno donde se tuvo establecida la leguminosa (veza; *Vicia sativa*) y donde se dejaron los residuos de la misma sobre el terreno como abono verde, y así contar con una fuente de materia orgánica rica en nitrógeno, con el objetivo de medir el efecto residual a través del nitrógeno aportado (o fijado en el suelo) y como consecuencia medir las necesidades del nutrimento por medio de la respuesta de este cereal.

El maíz se sembró el mes de mayo del 2000, con un material criollo de Sta. Isabel de Ajuno, Michoacán, con una densidad de siembra de 22 kg ha^{-1}. Para depositar la semilla en el suelo con uniformidad se usó una máquina tipo Dobladense, que distribuye la semilla y el fertilizante con mayor precisión. Esta operación se hizo con esta máquina para labranza de conservación (en una sola pasada). Se fertilizó al momento de la siembra aplicando todo el fósforo y la mitad del nitrógeno programado para cada tratamiento. El resto del nitrógeno se aplicó cuando la planta de maíz tenía cuarenta días después de la siembra.

Las dosis de fertilización nitrogenada se calcularon a partir de la recomendación del INIFAP para el cultivo de maíz en esa región. La recomendación es de 210-46-00 de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente. Las fracciones fueron de 210 = 100%, 140 = 75% y 105 = 50% unidades de nitrógeno. El objetivo de fraccionar las unidades de nitrógeno para el maíz, fue observar la respuesta del cultivo a la combinación del nitrógeno incorporado y fijado por la leguminosa y la el fertilizante químico.

Rotación y dosis de Fertilización.

Esta tecnología consiste en sembrar en el invierno de un año una leguminosa de ciclo vegetativo corto como la Veza (*Vicia sativa*) con el objetivo de aprovechar la capacidad de esta especie para incorporar nitrógeno orgánico (por residuo de la leguminosa) y el atmosférico fijado por el efecto de la simbiosis de las bacterias y la raíz de la planta.

Se usó un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones y tres tratamientos de fertilización nitrogenada que se distribuyeron completamente al azar. Se hicieron análisis de varianza (ANOVA), para los datos de fenología y rendimiento que se tomaron en cultivo de maíz para las dos rotaciones que se manejaron bajo labranza de conservación y dosis de nitrógeno.

RESULTADOS

En el Cuadro 1, se presentan los rendimientos estimados fueron de 4.356, 5.727 y 4.812 ton ha^{-1} de maíz, en los tratamientos con el 50%, 75% y 100% de nitrógeno mineral respectivamente y la rotación veza-maíz. De acuerdo con los valores de rendimiento, el tratamiento que mostró una mayor producción, fue donde se aplicó el 75% de nitrógeno, superando en 915 kilogramos al tratamiento con el 100% de nitrógeno y 1,371 kilogramos al tratamiento con el 50% de nitrógeno.

Los tratamientos de fertilización en la rotación de maíz sembrado después de un año de descansar el suelo (D-M) no mostraron diferencias significativas en rendimiento ni en altura de planta. Esto demuestra las posibilidades de reducir las dosis de nitrógeno mineral, siempre y cuando se aplique un complemento con rotaciones de cultivo, abonos orgánicos como estiércoles, compostas u otros.

Cuadro 1. Rendimiento y fenología registrados para maíz criollo, donde se sembró con la rotación Veza-maíz bajo labranza de conservación y dosis de nitrógeno.

TRAT./UN	**Altura de Planta (m)**		**Rendimiento (ton ha^{-1})**	
	V-M	**D-M**	**V-M**	**D-M**
Dosis	**Rotaciones**			
*105-46-00	2.33a	2.17ab	4.356b	4.776aa
*157-46-00	2.29a	2.23a	5.727a	4.279a
* 210-46-00	2.28a	2.00b	4.812ab	4.036a

*Dosis de nitrógeno por hectárea y representados también en porcentajes; 100 UN = 50%; 150 UN = 75% y
200 UN = 100% de la dosis de nitrógeno; V- M = Rotación Veza-Maíz; D-M= Rotación Descanso-Maíz;
UN = Unidades de nitrógeno por hectárea

La diferencia entre los tratamientos de 75 y 100% de fertilización nitrogenada es significativa, ya

que representa casi una tonelada por hectárea, lo que permite asumir que se puede lograr una buena producción de maíz solamente con una dosis de fertilización de 140 unidades de nitrógeno por hectárea (UN/ha). Esto demuestra que las dosis de nitrógeno mineral se pueden disminuir paulatinamente si sé continua con un manejo del cultivo en rotación con una leguminosa y la aplicación de complementos orgánicos para la nutrición del cultivo.

Los datos antes expuestos, sugieren que se pueden lograr excelentes rendimientos de este cereal, con una reducción en costos de producción hasta de un 30% lo que representa un ahorro de $1,440.00 pesos por hectárea, sin considerar los costos de la mano de obra familiar en el acarreo y aplicación del abono. En el año de 1991, para el estado de Michoacán se reportaron rendimientos promedio de 1.8 ton ha^{-1} de maíz en condiciones de temporal (Caballero *et al*., 1991; Castellanos *et al*., 2005). Esto significa que los rendimientos registrados en este estudio son muy buenos y que es posible obtener rendimientos aceptables bajo labranza de conservación y fertilización químico-orgánica.

En la figura 8, se observa que las alturas de las plantas en el ciclo de primavera-verano del 1998 fueron mayores que las del de 2000, sin embargo, las diferencias numéricas son apenas de 20, -5, y -17 centímetros para los tratamientos extremos. Lo que se observan entre las barras al comparar los tratamientos de 50% y 100% unidades de nitrógeno las diferencias parecen mayores. Sin embargo, las diferencias en las rotaciones de primavera-verano del año 2000 en las rotaciones frijol-maíz y descanso-maíz, las alturas de planta en el tratamiento de 50% son mayores que en el tratamiento de 100% de nitrógeno.

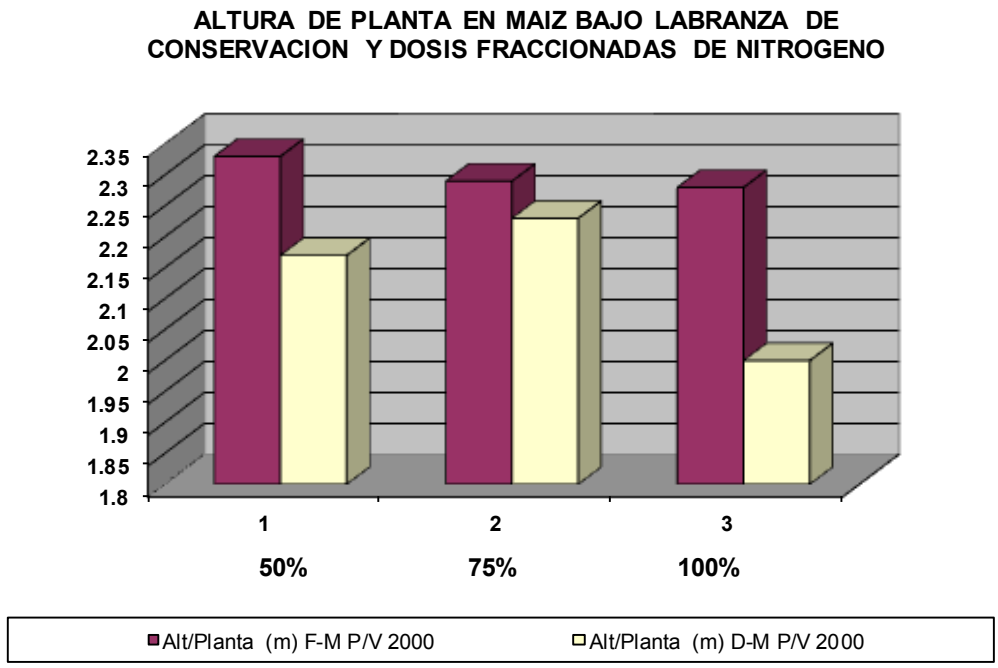


Figura 1. Alturas de planta en maíz bajo labranza de conservación y dosis de Nitrógeno para los ciclos de primavera-verano de 1998 y 2000

Por otra parte, el establecimiento del cultivo bajo el método de labranza de conservación, no limitó la germinación de las semillas, como se muestra en los siguientes resultados: en el muestreo que se realizó para verificar la población de plantas por hectárea se observó que el número de plantas por metro lineal en promedio fueron de 4.8, 4.9 y 5, que dieron como resultado densidades de población de 60,208, 60,000 y 61,400 plantas por hectárea, para los tratamientos de 50%, 75% y 100% respectivamente, lo cual demuestra que la densidad de siembra fue la adecuada si se compara con la densidad de población recomendada por el INIFAP de 50,000 a 75,000 mil plantas ha^{-1} (Brück *et al*., 2003; Tsutsumi *et al*., 2003).

Por otra parte, se debe considerar la alternativa de invertir una cantidad menor de dinero en los costos de producción, debido a que se podrían usar dosis más bajas de fertilizante y hacer un menor número de pasos con maquinaria al sembrar el cultivo bajo el método de labranza de conservación y con una fertilización químico-orgánica.

CONCLUSIONES

-El establecimiento del cultivo bajo el método de labranza de conservación, no limitó la germinación de las semillas, se mantuvo una buena población de plantas y se logró sostener los rendimientos.

-Los rendimientos en la rotación veza-maíz, muestran las posibilidades de reducir las dosis de nitrógeno mineral, siempre y cuando se aplique un complemento con abonos orgánicos como estiércoles, compostas u otros.

-Los resultados para la rotación descanso-maíz, mostraron que los tratamientos donde se aplicaron dosis más bajas de nitrógeno mineral, superaron en producción al tratamiento que recibió la dosis más alta del fertilizante.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez y colaboradores, Guía para cultivar frijol en Michoacán. Folleto para productores No. 3, de INIFAP 1990.

Brück, H., B. Piro, B. Sattelmacher, and W. A. Payne. 2003. Spatial distribution of roots of pearl millet on sandy soils of Niger. Plant and Soil 256: 149-159.

Caballero H. F., y Colaboradores, 1991.Guía para producir maíz en el estado de Michoacán, Folleto para productores No. 5. Morelia, Michoacán. INIFAP.

Castellanos R., J. Cueto, J. MACIAS, J. Salinas, L. M. Tapia V., J. Cortes, I. González, H. Mata. 2005. La fertilización de los cultivos de maíz, sorgo y trigo en México. Folleto Técnico 1. INIFAP. Celaya, Gto. 44 p.

INEGI. 2005. Estadísticas de producción agrícola en México. Boletín Estadístico INEGI. Aguascalientes, Ags.

Osuna-Ceja, E. S., Figueroa-Sandoval B., Oleschko K., Flores-Delgadillo Ma. de L, Martínez-Menes M. R. y González-Cossío F. V. 2006 efecto de la estructura del suelo sobre el desarrollo radical del maíz con dos sistemas de labranza. Agrociencia 40: 27-38. 2006.

Velazquez G. J. de J., Najera R. M, Muñoz V. J. A. y J. R. Salinas G. 1999. Factibilidad del Uso de Leguminosas Intercaladas en la Producción de Maíz bajo riego. In: Ordaz Ch. V. M., Sánchez G. P. (eds.). La investigación edafológica en México 1997-98. Memorias del 29º Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, Tapachula de Córdova y Ordoñez, Chiapas, México.

Velázquez G. J. de J., M. B. Nájera R., J. A. Muñoz V., J.R. Salinas G., M. Gallardo V., D. Munrro O., F. Caballero H., E. Vargas R., J. L. Rocha A., J. A. González T. 1999. Maíz bajo labranza de conservación. Tecnología Produce. Compendio de Tecnologías editada por la Fundación Produce Michoacán A.C. Morelia, Mich.

Tsutsumi, D., K. Kosugi, and T. Mizuyama. 2003. Root-system development and water-extraction model considering hydrotropism. Soil Sci. Soc. Am. J. 67: 387-401.

REMOCIÓN DE LA CARGA FISICOQUÍMICA Y COLIFORME DEL AGUA RESIDUAL SOMETIDA A UN PROCESO DE DILUCIÓN CON AGUA DEL RÍO BRAVO

Miguel Palomo Rodríguez, Juan Guillermo Martínez Rodríguez, José de Jesús Espinoza Arellano, Rodolfo Faz Contreras, Magali Jeaneth López Calderón y Tania Ivón Minor Hinojosa

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP),
Campo Experimental La Laguna, Matamoros Coahuila
palomo.miguel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Por varias décadas el agua residual generada en Ciudad Juárez, forma parte del progreso agropecuario del Valle de Juárez, al participar como fuente de abastecimiento del riego y por la alta aportación nutrimental que le confiere a los suelos y cultivos; para fortalecer el desarrollo se siguen dos estrategias de trabajo, basadas en la disponibilidad de tres fuentes de riego, así como la adopción de tecnologías para sus diversos sistemas de producción. El Distrito de Riego 009 (DR-009) dispone en promedio anual, un volumen de 179 millones de m^3 (Mm^3) y provienen de tres fuentes de abastecimiento: a) agua del Río Bravo o su equivalente como agua del Tratado Internacional de 1906 entre México y Estados Unidos (41.5 %); b) agua residual (35.7 %) y c) finalmente agua de bombeo (22.9 %), tal como lo destacan Rincón *et al.,* (2005) y Palomo-Rodríguez, (2005).

El agua residual se utiliza en superficies agrícolas con el propósito de abastecer la demanda evapotranspirativa de los cultivos, además de aportar una gran reserva de nutrientes; aunque el método más común para la disposición del agua residual en Valle de Juárez, es por dilución en agua superficiales, adicionalmente registra una importante carga contaminante que es amortiguada por el proceso de dilución, al mezclarse con agua del Río Bravo y pozos de bombeo profundo que son de naturaleza altamente salina. Actualmente se cuenta con las plantas de tratamiento de agua residual Norte, Sur y Anapra, más la planta de tratamiento en construcción en San Isidro, ubicado en el Valle de Juárez. Independientemente del tratamiento anaeróbico que se proporciona al agua residual, por varias décadas se ha utilizado una alternativa de saneamiento a través del mezclado de las tres fuentes de riego, como ya fue indicado.

En la naturaleza contaminante del agua residual destaca la carga orgánica, nutrimental, bacteriológica, así como la presencia de metales pesados y metaloides, tal como lo destacan Palomo-Rodríguez *et al.,* (2009); Palomo-Rodríguez *et al.,* (2007); así como Palomo-Rodríguez

y Figueroa (2005); en todos estos casos ocurre una continuidad decreciente de la concentración para la mayoría de los contaminantes indicados a lo largo del largo del DR-009. La continuidad decreciente va ligada a los valores de semivarianza que se asocian con distancia, de manera que hacia el final del DR-009 el agua que fluye sobre los canales de riego, presenta un alto porcentaje de remoción para sus diversos parámetros indicadores de contaminación.

La detección de organismos indicadores de contaminación, permite ubicar la carga coliforme que presenta el agua residual cruda y residual-mezclada, lo que puede incidir en problemas gastrointestinales, sobre todo para aquellos trabajadores del campo que tienen contacto con la aplicación-manejo de los riegos, lo que obliga a cuidar el lavado de manos antes de ingerir alimentos. El agua residual es una fuente importante de contaminación, donde está presente un gran número de bacterias patógenas y virus, como estreptococos, estafilococos, *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio*, virus de la hepatitis y la poliomielitis, que pueden representar un riesgo para la salud por la propagación de enfermedades infecciosas. Los organismos utilizados como indicadores biológicos de contaminación son las bacterias coliformes fecales por las ventajas que representan, entre ellas se pueden mencionar que los bajos niveles de coliformes fecales son buenos indicadores de ausencia de organismos patógenos, además su evaluación es relativamente simple y directa (Cortés-Lara, 2003).

Investigaciones desarrolladas por Flores *et al.* (2011), destacan que la población rural del Valle de Juárez Chihuahua, está severamente afectada por enfermedades gastrointestinales causadas por microorganismos patógenos y falta de hábitos de saneamiento adecuados; la falta de infraestructura para el manejo de agua doméstica y tratamiento de aguas residuales, ha ocasionado una alta incidencia de parásitos; el rango de parásitos detectados en aguas residuales, fue entre 5 y 104, de los cuales en promedio fueron 40 de *Cryptosporidium parvum* y 22 de *Giardia lamblia*, donde el 56.5% de las muestras, resultaron positivas a coliformes totales en agua doméstica.

Los alcances que ofrece cualquier sistema de remoción del agua residual, deben estar perfectamente identificados y reconocidos por los investigadores, la sociedad y los productores del Valle de Juárez, para estar en condiciones de emprender una cultura de protección a la salud pública. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar la remoción fisicoquímica y coliforme del agua residual de Ciudad Juárez, cuando es sometida a un proceso de dilución con agua del Río Bravo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en Valle de Juárez Chihuahua, previo a la inauguración y operación de las plantas de tratamiento de agua residual, como parte del proyecto *"Contaminación de la agricultura del Valle de Juárez por el uso de agua residual"* mismo que fue financiado por CONACYT y desarrollado por INIFAP y Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Ciudad Juárez (JMAS). Los resultados presentados en este artículo, forman solo una parte del proyecto.

En el desarrollo del estudio fueron muestreadas y analizadas, las fuentes de abastecimiento: a) agua potable; b) agua del Río Bravo; c) agua residual cruda y d) agua residual-mezclada. Para agua del Río Bravo se estudio el periodo abril-septiembre, donde las muestras fueron colectadas mensualmente y por duplicado en la Acequia Madre, a la altura de la calle Francisco Villarreal y Perú. El agua residual cruda fue colectada mensualmente en el periodo enero-diciembre, y el sitio de muestreo fue Loma Blanca, antes de mezclarse con agua del Tratado Internacional, con el propósito de comparar la información y generar un porcentaje de remoción, lo que permite el saneamiento del agua mezclada a lo largo del DR-009. El agua residual-mezclada fue colectada mensualmente durante enero-diciembre en la localidad de San Isidro. Finalmente el agua potable fue colectada de ocho sitios aleatorios de cuatro colonias de Ciudad Juárez, para conocer sus características fisicoquímicas primarias. Los medios de preservación correspondieron variadamente para cada grupo de parámetros como se indican en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Medios de preservación utilizados en el estudio, de acuerdo con APHA-AWWA-PCF (1992).

Parámetro	Medio de preservación	Recipiente
Fenoles	H_2SO_4 pH < 2	Envase plástico
CE, RAS, pH, alcalinidad, dureza total, dureza cálcica, acidez, DBO, DQO, SAAM, fluoruros, sólidos (volátiles, sedimentables y totales)	No requiere	Envase plástico
Coliformes fecales y coliformes totales	Medio esterilizado en $Na_2S_2O_3$	Medio esterilizado de plástico
Grasas y aceites	H_2SO_4 pH < 2	Vidrio ámbar

El transporte de muestras se realizó en ambiente de 4° C y las determinaciones analíticas se basaron en lo establecido por APHA-AWWA-WPCF (1992); los parámetros determinados fueron conductividad eléctrica CE (dS m^{-1}), pH, Relación de Adsorción de Sodio (RAS), alcalinidad, dureza total, dureza cálcica, acidez, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), detergentes o sustancias activas al azul de metileno (SAAM), grasas y aceites, fluoruros, fenoles, sólidos en sus diferentes formas (volátiles, sedimentables, totales), así como coliformes fecales y coliformes totales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características del agua potable entregada a los usuarios de Ciudad Juárez, ofrece una baja concentración electrolítica, si se compara con los valores de CE que presenta el agua residual cruda (Cuadro 2); los valores de CE y RAS aumentan, una vez que el agua potable es utilizada y entregada como agua residual al organismo operador. La proporción de incremento es semejante en ambos casos ya que para CE es 2.28 veces y para RAS es 2.46 veces. En el caso de pH el agua potable es de naturaleza alcalina, propia de una zona de desierto y sus valores decrecen cuando es entregada como agua residual, por los diversos usos que recibe entre ellos el sector industrial. El mezclado de agua residual con agua del Río Bravo, permite definir el potencial de dilución que se registra al momento del mezclado en Loma Blanca y que en esencia consiste en los volúmenes que aporta cada una de estas fuentes de abastecimiento (Cuadro 3).

Cuadro 2. Valores comparativos promedio y desviación estándar del agua potable que es entregada a los usuarios de Ciudad Juárez, con respecto al agua residual que genera la misma población.

Parámetro	Agua potable	Agua residual
Conductividad eléctrica (dS m^{-1})	0.686 ± 0.245	1.567 ± 0.120
pH	8.046 ± 0.260	7.530 ± 0.377
Relación de Adsorción de sodio (RAS)	1.892 ± 1.015	4.659 ± 3.167

Cuadro 3. Carga fisicoquímica y microbiológica del agua del Río Bravo y mezclada con agua residual cruda de Ciudad Juárez, así como a agua resultante del mezclado donde ocurre un proceso de dilución.

Parámetros asociados a salinidad-sodicidad	Agua del Río Bravo	Agua residual cruda de Ciudad Juárez *	Agua resultante del mezclado	Porcentaje de remoción
CE (dS m^{-1})	1.125 ± 0.51	1.567 ± 0.12	1.420 ± 0.12	8.97
pH	8.325 ± 0.23	7.530 ± 0.377	7.720 ± 0.14	- 2.52
RAS	2.443 ± 0.56	4.659 ± 3.167	3.694 ± 3.28	20.64
Parámetros fisicoquímicos (mg L^{-1})				
Alcalinidad	192.75 ± 14.10	355.00 ± 43.0	334.250 ± 60.70	5.91
Dureza total	228.00 ± 35.50	271.58 ± 23.4	296.665 ± 17.90	- 9.23
Dureza cálcica	162.64 ± 34.90	175.33 ± 5.0	184.003 ± 21.10	- 4.94
Acidez	1.00 ± 0.10	28.70 ± 13.1	22.750 ± 11.50	20.73
DBO	19.12 ± 9.00	155.92 ± 59.26	98.750 ± 32.60	36.67
DQO	56.80 ± 9.53	354.86 ± 48.30	250.000± 57.80	29.54
Detergentes (SAAM)	0.52 ± 0.15	17.57 ± 6.44	9.882 ± 3.20	43.77
Grasas y Aceites	14.42 ± 7.91	57.77 ± 36.18	38.425 ± 12.10	33.50
Fluoruros	0.75 ± 0.16	0.69 ± 0.11	0.712 ± 0.11	- 3.03
Fenoles	0.02 ± 0.01	0.08 ± 0.01	0.074 ± 0.08	10.84
Sólidos Volátiles	109.02 ± 63.25	213.28 ± 77.69	198.00 ± 90.50	7.16
Sólidos Sedimentables	0.20 ± 0.08	1.33 ± 0.68	0.799 ± 0.26	40.19
Sólidos Totales	1226 ± 46	1068 ± 10	1103 ± 261	- 3.27
Parámetro Bacteriológico (NMP 100 ml^{-1})				
Coliformes Fecales	< 1	43.42 ± 47.13	34.57 ± 31.37	20.38
Coliformes Totales	1.332 ± 0.47	221.75 ± 223.51	196.25 ± 209.52	11.50

* Referencia para propósitos de comparación

Los parámetros de agua del Río Bravo que no presentan impacto en fomentar un saneamiento del agua residual al momento del mezclado, son pH, dureza total, dureza cálcica, fluoruros y sólidos totales, toda vez que la concentración de éstos parámetros es mayor en agua del Río Bravo, si se compara con agua residual cruda, razón por la cual el porcentaje de dilución es negativo.

Los parámetros CE, alcalinidad, fenoles y coliformes totales, poseen un bajo impacto en el proceso de remoción, ya que su porcentaje es relativamente bajo; en cambio los parámetros

RAS, acidez y coliformes fecales, poseen un impacto medio en el proceso de remoción (Cuadro 2). Los parámetros fisicoquímicos del agua del Río Bravo, que son de alto impacto para fomentar un saneamiento importante del mezclado con agua residual, corresponden para DQO, DQO, SAAM, grasas y aceites, así como sólidos sedimentables ya que la baja presencia contaminante de estos parámetros en el agua del Río Bravo, les confiere este atributo.

CONCLUSIONES

1. Los parámetros CE, alcalinidad, fenoles y coliformes totales, poseen un bajo impacto en el proceso de remoción, ya que su porcentaje es relativamente bajo.

2. los parámetros RAS, acidez y coliformes fecales, poseen un impacto medio en el proceso de remoción

3. Los parámetros de alto impacto para fomentar un saneamiento importante del mezclado con agua residual, corresponden para DQO, DQO, SAAM, grasas y aceites, así como sólidos sedimentables

BIBLIOGRAFÍA

APHA-AWWA-WPCF. 1992. Standard methods for the examination of water and wastewater. 17 Edition. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation. USA

Cortés-Lara, M. C. 2003. Importancia de los coliformes fecales como indicadores de contaminación en la Franja Litoral de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit. Rev Biomed 14:121-123.Flores M. J.; A. Ramírez L.; E. Olivas E.; R. Hurtado J.; J. Gardea-Torresdey; A. Borrego P.; M.

Rodríguez E.; G. Lizárraga B.; C. Agüero R.; A. Salazar M. and B. Corral D. 2011. Gastrointestinal diseases and causal effects in the Juarez Valley, Chihuahua, Mexico. Colección Textos Universitarios, serie Investigación ICB-UACJ, Vol. 5, 128 p.

Palomo-Rodríguez M., y. Chew M., U. Figueroa V., y R. Faz C. 2009. Variaciones estacionales de parámetros fisicoquímicos en agua residual a lo largo del Valle de Juárez Chihuahua. Revista Agrofaz 8(2):101-106

Palomo-Rodríguez M., G. Martínez, R., y U. Figueroa V. 2007. Variabilidad espacial de metales pesados y metaloides en agua residual mediante un proceso de dilución. Revista Agrofaz 7(3): 135-144

Palomo-Rodríguez M., y U. Figueroa V. 2005. Variabilidad espacial de nutrientes en el agua residual del Valle de Juárez, Chihuahua. Revista Agrofaz 5(3):95-104

Palomo-Rodríguez M. 2005. Descripción hidro-agrológica del Valle de Juárez en búsqueda de soluciones para la conservación del agua. *En*: Rincón V. C., Palomo R. M., Medina M. C. y Figueroa V. U. (*Eds*). Asociaciones de colaboración binacional para la conservación del agua en la Región Paso del Norte. INIFAP-Environmental Defense. Ciudad Juárez (México). 103 p.

Rincón, V. C., M. Flores, O., M. Palomo-Rodríguez y L. Soto V. 2005. Promoción de colaboraciones participativas para la conservación del recurso agua en la región Paso del Norte. *En*: Rincón V. C., Palomo-Rodríguez M., Medina M. C. y Figueroa V. U. (*Eds*). Asociaciones de colaboración binacional para la conservación del agua en la Región Paso del Norte. INIFAP-Environmental Defense. Ciudad Juárez. México. 103 p.

VALORACIÓN DE PLAGUICIDAS ORGANOCLORADOS EN AGUA RESIDUAL CRUDA PARA PROPÓSITOS DE IRRIGACIÓN

Miguel Palomo-Rodríguez, José de Jesús Espinoza Arellano, Juan Guillermo Martínez Rodríguez, Rodolfo Faz Contreras, Magali Jeaneth López Calderón y Tania Ivón Minor Hinojosa

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental La Laguna. Blvd. José Santos Valdez No. 1200, Matamoros Coahuila, México. E-mail: palomo.miguel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Los plaguicidas son sustancias o mezclas de sustancias que se destinan a controlar plagas, incluidos los vectores de enfermedades humanas y de animales, así como las especies no deseadas que causan perjuicio o que interfieren con la producción agropecuaria y forestal (US-EPA 2010). Los plaguicidas llegan a cuerpos de agua por escurrimiento, infiltración y erosión de los suelos, en lugares donde se han aplicado. También pueden movilizarse por transporte tanto atmosférico como por escurrimiento durante lluvias o riego agrícola y, de esta manera, transportarse hacia cuerpos de agua, tanto superficiales como subterráneos hasta contaminar agua y sedimentos (Ongley 1996).

La mayoría de los insecticidas están hechos para seleccionar ciertos organismos y todos intervienen en el bloqueo de algunos procesos metabólicos, donde los cuatro grupos más importantes son los organoclorados, organofosforados, carbamatos y piretroides (Ponce *et al.,* 2006). Los insecticidas organoclorados son altamente estables, característica que los hace valiosos por su acción residual contra insectos y a la vez peligrosos debido a su prolongado almacenamiento en la grasa de mamíferos; el grupo organoclorados se dividen en tres grupos desde el punto de vista del mecanismo de resistencia, que son: a) DDT y sus derivados, b) grupo del benceno y c) grupo de ciclodienos.

Los planteamientos de Usma-Ríos *et al.* (2008), destacan que el uso de los pesticidas organoclorados está prohibido en el mundo, sin embargo debido a su persistencia en el ambiente y poca degradabilidad, hacen que estos se bioacumulen en los afluentes hídricos por periodos mayores a diez años, mostrando así como los plaguicidas organoclorados son una amenaza persistente al medio ambiente. En la zona agropecuaria del Valle de Juárez Chihuahua se ha utilizado por varias décadas y de manera intensiva pesticidas que han favorecido el desarrollo tecnológico de diversos cultivos; algunos de ellos pudieran aun permanecer debido a su persistencia. Por otro lado el uso de plaguicidas urbanos, pueden

implicar un riesgo, sobre todo si se utilizan de manera inadecuada o cuando los excedentes son arrojados al inodoro, fregadero o sanitarios en general, ya que inevitablemente se contaminará el agua residual que fluye por los sistemas de alcantarillado. El agua residual cruda se ha utilizado por varias décadas en el Valle de Juárez, misma que se mezcla con agua del Río Bravo/Grade, además de pozos de bombeo que son de naturaleza altamente salina (Palomo-Rodríguez, 2005).

De acuerdo con lo expuesto por la Agencia de Protección de los Estados Unidos (US-EPA, 2012), los pesticidas pueden interferir en las operaciones del sistema de tratamiento de las aguas residuales o contaminar otras fuentes de agua y la preocupación se refiere a que muchos sistemas municipales no están equipados para eliminar residuos de pesticidas. Por lo anterior en el presente estudio se planteo como objetivo, caracterizar la presencia de plaguicidas organoclorados en el agua residual cruda que se utiliza para irrigación.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en Valle de Juárez, localizado al norte del Estado de Chihuahua y ubicado entre los meridianos 105° 30' y 106° 30' de longitud oeste y los paralelos 30° 56' y 31° 45' de latitud norte; en el estudio fue desarrollado mensualmente durante un año, para ello fueron colectadas muestras por duplicado para agua residual cruda en la localidad Loma Branca (km 17) y la preservación de muestras se realizó de acuerdo con lo establecido por US-EPA (1979, 1982) Cuadro 1, donde el medio de transporte de las muestras fue a 4° C.

La determinación de pruebas químicas para muestras de agua, se llevo a cabo con la técnica de EPA 608 por cromatografía de gases, la cual se aplicó al listado de parámetros que se indican en el Cuadro 2; la metodología consiste en una extracción liquido-liquido de la muestra con cloruro de metilo (NOM-041-SSA1-1993) y su posterior análisis cromatográfico mediante columna capilar RTX-5, detector de captura de electrones ECD, Método 508 (US-EPA, 1989) y Método 608 (US-EPA-1989a), (US-EPA, 1982).

Cuadro 1. Descripción de la preservación y tipo de recipiente utilizado en los muestreos de agua residual para Valle de Juárez, Chihuahua.

Parámetro	Medio de preservación	Recipiente de colecta
plaguicidas organoclorados	HCl 1:1 para asegurar un pH $<$ 2	Viales de boro silicato ámbar 45 ml con septa de teflón

Cuadro 2. Parámetros y metodología seguida en la determinación de plaguicidas organoclorados para agua residual mezclada y/o diluida a lo largo del Distrito de Riego 009.

Parámetro	EPA No. de CAS	Parámetro	EPA No. de CAS
Aldrin	309-00-2	Endosulfan I	959-98-8
α Alpha BHC	319-84-6	Endosulfan II	33212-65-9
β Beta BHC	319-85-7	Endosulfan sulfato	1031-07-8
Υ Gamma BHC	319-86-8	Endrin	72-20-8
δ Delta BHC	58-89-9	Endrin aldehido	7421-93-4
4,4' DDD	72-54-8	Endrin cetona	53494-70-5
4,4' DDE	72-55-9	Heptacloro	76-44-8
4,4' DDT	50-29-3	Heptacloro epoxido	1024-57-3
Dieldrin	60-57-1	Metoxicloro	72-43-5

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De un total de 18 plaguicidas organoclorados que fueron evaluados (Cuadro 2) durante 12 meses, se tiene un record de 216 resultados, de los cuales solo tres valores son de atractivo en el estudio; destaca la presencia ocasional o aislada de un evento/muestreo (Cuadro 3) y corresponde para los parámetros metoxicloro, 4,4' DDT y 4,4' DDE, donde las concentraciones son extraordinariamente bajas.

Cuadro 3. Presencia y concentración de plaguicidas organoclorados, registrada en un solo evento anual para agua residual cruda de uso agrícola en Valle de Juárez, Chihuahua.

Localidad de estudio	Parámetro (ppb)		
	Metoxicloro	44-DDT	44-DDE
Loma Blanca (km 17)	0.195	0.134	0.070

Cuadro 4. Agrupamiento de plaguicidas organoclorados que muestran una similitud en sus concentraciones (<6.00, <0.600 y < 0.060 ppb) para agua residual cruda e indicados en términos de frecuencia relativa, para Valle de Juárez Chihuahua.

Parámetros que mostraron la misma concentración	Frecuencia relativa (%)		
	< 6 (ppb)	<0.600 (ppb)	< 0.060 (ppb)
β Beta BHC y ϒ Gamma BHC	27.27	45.45	27.27
α Alpha BHC y δ Delta BHC	9.09	63.63	27.27
Aldrin, Heptacloro	0.00	72.72	27.27
Endosulfan I, Endosulfan II, Heptacloro epóxido, Endrin, Endrin aldehído, Dieldrin y 4,4' DDD	0.00	63.63	36.36
4,4' DDE y Metoxicloro	0.00	54.54	45.45
Endosulfan sulfato y 4,4' DDT	0.00	36.36	63.63

Los resultados generados en el campo de los plaguicidas, fueron demasiado bajos ya que los límites de detección regularmente establecieron concentraciones < 6.000, < 0.600 y < 0.060 partes por billón, esto fue debido al factor de dilución que se utilizo en cada muestra. Las rutinas de análisis cromatográfico, incluyeron el uso de diluciones a los extractos. Lo anterior significa que para una muestra analizada en dilución 1:1000 y que no presentan respuesta a un plaguicida en particular, su valor de concentración reportado es < 0.060 ppb, indicando esto que su concentración fluctúa desde el 0 hasta < 0.060 ppb. Cada extracto de muestra se diluyó de acuerdo a sus características, siendo las diluciones 1:10, 1:100 y 1:1000 las más comunes, por esta razón se presentan diferentes valores de concentración en las muestras para plaguicidas.

Los plaguicidas organoclorados β Beta BHC y ϒ Gamma BHC, presentaron el mayor interés en la investigación ya que tuvieron la mayor proporción relativa de concentraciones < 6.00 ppb con un 27.27 por ciento de participación para estas concentraciones; le sigue en importancia el grupo de plaguicidas α Alpha BHC y δ Delta BHC con 9.09 por ciento de eventos en las que se registraron las mismas concentraciones < 6.00 ppb.

CONCLUSIONES

Para muestreos mensuales realizados durante un año, se encontró como evento aleatorio a metoxicloro, 44-DDT y 44-DDE en agua residual cruda, con concentraciones extraordinariamente bajas de 0.095, 0.134 y 0.070 ppb respectivamente.

Los plaguicidas organoclorados β Beta BHC y ϒ Gamma BHC, presentaron el mayor interés en la investigación ya que tuvieron la mayor proporción relativa de concentraciones < 6.00 ppb con un 27.27 por ciento de participación para estas concentraciones.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la participación del personal altamente calificado del laboratorio Ambiental de la Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Ciudad Juárez, los profesionistas Zulema Poncio Acosta y Laura Elena Santana Contreras, además en control de calidad Dora Alicia Becerra Gutiérrez y al frente del laboratorio ambiental estuvo Cecilia Grajeda Máuregui.

BIBLIOGRAFÍA

Norma oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994. Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. México.

Ongley E. D. 1996. Control of water pollution from agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper 55. Roma, Italia, 111 pp.

Palomo-Rodríguez, M. 2005. Descripción hidro-agrológica del Valle de Juárez en búsqueda de soluciones para la conservación del agua. Memorias del Simposio Binacional de Conservación del Agua en la Región Paso del Norte. Ciudad Juárez (México), p. 40-48

Ponce G., P. Cantú C., A. Flores, M. Badii, R. Zapata B. López e I. Fernández. 2006. Modo de acción de los insecticidas. RESPYN 7(4):1-8

US-EPA. 1989. Method 508. Determination of chlorinated pesticides in water by gas chromatography with an electron capture detector. J. J. Lichtenberg, J. E. Longbottom, T. A. Bellar, J. W. Eichelberger, and R. C. Dressman -- EPA 600/4-81-053,

US-EPA. 1989a. Method 608. Methods for organic chemical analysis of municipal and industrial wastewater. Organochlorine Pesticides and PCBS. Washington D. C.

US-EPA. 1979. Manual for Organics Analysis Using Gas Chromatography-Mass Spectrometry No. 600879006

US-EPA. 1982. Methods for organic chemical analysis of municipal and Industrial wastewater. Washington, D.C.

US-EPA. 2010. Types of Pesticides. United States Environmental Protection Agency [en línea]. http://www.epa.gov/pesticides/about/types.htm. 12/03/2010.

US-EPA. 2012. Desechar Pesticidas de modo seguro. http://www.epa.gov/opp00001/ regulating/spanish/disposal.htm

Usma-Ríos, J. C. Villegas Z., y P. Arrubla V. 2008. Evaluación del grado de contaminación por pesticidas organoclorados del Río Otún, mediante GC-MS. Scientia et Technica 14(40): 234-239.

VALORACIÓN DE METALES PESADOS Y METALOIDES EN AGUA FREÁTICA SOMERA QUE RECIBE APORTACIONES DE AGUA RESIDUAL

Miguel Palomo-Rodríguez, Rodolfo Faz Contreras, Juan Guillermo Martínez Rodríguez, José de Jesús Espinoza Arellano, Magali Jeaneth López Calderón y Tania Ivón Minor Hinojosa

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental La Laguna. Blvd. José Santos Valdez No. 1200, Matamoros Coahuila, México. E-mail: palomo.miguel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El agua freática somera, es la acumulación de agua subterránea que se encuentra a una profundidad relativamente pequeña bajo el nivel del suelo; concretamente es un gran abastecimiento de agua, con la diferencia de que los acuíferos pueden estar a mayores profundidades. El agua freática se encuentra dentro de una zona de saturación y que por lo regular es creada por un estrato impermeable que permite la acumulación de los excesos del riego y agua de drenaje o percolación, por consiguiente el agua freática está expuesta a una eventual contaminación proveniente del agua superficial.

Una capa freática se encuentra limitada por dos superficies, la inferior suele ser un estrato de terreno impermeable a una profundidad más variadamente importante y por encima hay una zona saturada; el nivel freático es el límite superior de la zona de saturación, que puede ser o no un estrato impermeable. Los estudios para Valle de Juárez específicamente para el Distrito de Riego 009 (DR-009), indican que para un periodo de 10 años de estudio, el nivel freático ocupo una superficie de alto riesgo para los cultivos en 1,363 ha para una profundidad comprendida de 0 a 1.5 m, en tanto correspondieron 5,515 ha para un nivel freático de 1.5 a 3.0 m y finalmente corresponde una superficie de 17,618 ha para nivel freático superior a 3 metros de profundidad, para una superficie total de 24,496 ha (García-Soto y Figueroa, 1992).

El riesgo potencial de contaminar un agua freática somera, está en función de las aportaciones contaminantes y/o calidad del agua de riego utilizada, además del tiempo de uso de la fuente de suministro; si la fuente de riego corresponde a agua residual y se llega a utilizar por varias décadas, se presenta un escenario de alta probabilidad de riesgo, donde los indicadores de contaminación pueden exceder a los límites permisibles establecidos por la norma. En Valle de Juárez Chihuahua, se ha utilizado por varias décadas agua residual cruda, así como agua residual-mezclada, donde se siembran alrededor de 19 mil ha al año. La mezcla de agua residual, se lleva a cabo con agua del Río Bravo/Grande, producto de un Tratado Internacional

de 1906, suscrito entre México y Estados Unidos, además se incorpora al canal principal un importante volumen de agua de bombeo que es de naturaleza altamente salina y sódica (Rincón *et al.,* 2005; Palomo-Rodríguez, 2005).

La incorporación de diversos contaminantes en el agua residual y residual-mezclada, para uso agrícola se ha evaluado previamente, tal como ocurre para metales pesados y metaloides (Palomo-Rodríguez *et al.,* 2007), así como parámetros bacteriológicos (Palomo-Rodríguez y Figueroa, 2006) y diversos fisicoquímicos (Palomo-Rodríguez *et al.,* 2009). Por lo anterior el objetivo del presente estudio, fue valorar la concentración de metales pesados y metaloides en agua freática somera para cinco sitios de estudio, a lo largo del Valle de Juárez que recibe aportaciones de agua residual en el riego de los cultivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado a lo largo del Valle de Juárez, Chihuahua al aprovechar la red-infraestructura de 150 pozos de observación que tiene instalada la Comisión Nacional del Agua, donde se evalúa periódicamente la profundidad del nivel freático; en cada pozo de observación, se encuentra instalado un tubo de hierro galvanizado, que por su naturaleza y composición, pueden provenir de una aleación de fierro-zinc y aluminio, o en algunos casos de los dos primeros elementos.

Para el desarrollo del estudio fueron seleccionados cinco pozos de observación ubicados en San Agustín, Caseta (Escuela Secundaria Técnica No. 10), Praxedis G. Gro. (Campo Experimental Valle de Juárez-INIFAP), Colonia Esperanza (Rancho Nuevo Km 75 Carretera Juárez-Porvenir) y El Porvenir (Km 79 Carretera Juárez-Porvenir). Las muestras fueron colectadas por duplicado en recipientes plásticos de 1.0 L y preservadas en ácido nítrico suprapuro 1:1 para un pH < 2 y el medio de transporte fue en ambiente de 4°C (APHA-AWWA-WPCF, 1992).

Los elementos determinados en emisión de plasma ICP fueron Al, B, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Mo, Ni y Va (método de referencia 200.7 EPA/3120B SM) NOM-AA-020-1997; además en absorción atómica y horno de grafito As, Cd, y Se (métodos de referencia 206.2 EPA/3113B SM; 213.2 EPA/3113B SM; 239.2 EPA/3113B SM y 270.2 EPA/3113B SM respectivamente) NOM-AA-051-1997; finalmente en absorción atómica de flama se determinó Zn (método de referencia 289.1 EPA/3111B SM) NOM-AA-051-1997. Entre las acciones emprendidas para el control de calidad interno del laboratorio, se puede señalar la recuperación de adiciones conocidas, análisis de

estándares de suministro externo, análisis de blancos de reactivos, calibración con estándares certificados, análisis de duplicados y mantenimiento de gráficos de control.

Cuadro 1. Ubicación geográfica de los pozos de observación del nivel freático y muestreo para valorar la presencia de metales pesados y metaloides en Valle de Juárez, Chihuahua.

Ubicación del pozo de observación	Georeferencia
San Agustín	31.520679, -106.248192
Caseta	31.417017, -106.148321
Praxedis G. Gro.	31.354700, -106.003224
Colonia Esperanza	31.334908, -105.976531
Porvenir	31.264466, -105.881087

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los cinco sitios de muestreo presentaron una profundidad del nivel freático comprendida entre 1.8 a 2.7 m toda vez que los pozos de observación se ubican próximos a diferentes drenes agrícolas, excepto del sitio de Porvenir, donde la profundidad del nivel freático fue de 3.1 m y los drenes agrícolas se ubican entre 450 y 600 m de distancia.

Al momento de realizar los muestreos, cuatro de los cinco pozos de observación que fueron seleccionados presentaron en la tubería, un avanzado estado de oxidación, sobre todo en Praxedis G. Gro. (Campo Experimental Valle de Juárez-INIFAP), Colonia Esperanza (Rancho Nuevo Km 75 Carretera Juárez-Porvenir) y El Porvenir (Km 79 Carretera Juárez-Porvenir), lo que ocasiono una alta presencia de los elementos fierro, zinc y aluminio, indicados en el Cuadro 2.

En lo que es la fabricación de los tubos, por lo regular estos son sumergidos en un baño de zinc fundido, lo que produce la difusión del zinc en la superficie del acero y que da lugar a la transformación de diferentes capas de aleaciones zinc-hierro de distinta composición. El estado avanzado de oxidación que registraron los tubos de fierro galvanizado y sumergidos en el suelo, es probablemente la causa de que zinc, fierro y aluminio presenten concentraciones extraordinariamente altas.

Cuadro 2. Concentración de metales pesados y metaloides en cinco sitios de muestreo para agua freática somera del Valle de Juárez, comparados con el Límite Máximo Permisible (LMP) establecido para clasificar el agua de riego en dos condiciones de suelo.

Elemento	Concentración de metales pesados y metaloides (mg L^{-1}) promedio					LMP en suelo permeable (20 años)	LMP en suelo mal drenado (20 años)
	San Agustín	Caseta	Praxe-dis Gro.	Col. Espe-ranza	Porvenir	(mg L^{-1})	
Zinc	6.450	79.100	324.000	424.000	99.050	2.600	6.000
Molibdeno	< 0.200	0.340	1.340	0.508	0.377	0.011	0.027
Fierro	0.244	141.000	142.800	72.630	11.140	4.650	10.800
Aluminio	0.083	5.490	133.730	0.244	0.646	4.640	10.800
Cadmio	0.008	0.079	0.081	0.030	0.099	0.011	0.027
Manganeso	0.062	0.732	21.855	3.342	1.392	2.300	5.400
Boro	0.534	1.810	0.322	0.524	1.293	0.500	1.000
Vanadio	< 0.020	< 0.020	1.066	0.041	0.076	0.230	0.540
Litio	0.202	0.420	1.386	0.362	0.975	1.500	1.500
Cromo	< 0.001	0.049	0.542	< 0.010	< 0.010	0.257	0.600
Níquel	< 0.020	< 0.020	0.783	< 0.020	< 0.020	0.460	1.080
Cobre	< 0.020	0.141	0.817	< 0.020	0.025	1.280	2.710
Plomo	ND	ND	0.001	0.008	0.380	2.300	5.400
Arsénico	< 0.005	< 0.005	0.144	0.011	0.015	0.320	2.240
Mercurio	ND	ND	0.0190	0.0039	0.0025	NN	NN

ND No determinado

Water Quality Criteria. US-EPA (1972).
NN No es necesario recomendar un nivel máximo

Los elementos que mostraron elevadas concentraciones, ajenas a lo encontrado con zinc, fierro y aluminio, fueron molibdeno que excede a lo establecido por la norma para agua de riego, así como cadmio y manganeso; para la concentración promedio de molibdeno se tienen concentraciones que son 50 veces superiores al LMP, en tanto cadmio excede al LMP hasta en 6 veces y finalmente manganeso tiene una concentración promedio de los cinco pozos de observación que supera en 2.3 al LMP. Para el caso de boro, se tiene que el valor promedio de los cinco pozos de observación, donde se excede ligeramente al LMP, sobre todo en la localidad de Caseta, que excede al LMP hasta en 3 veces. Para el caso de vanadio, se presenta un caso aislado de elevada concentración, que corresponde a la localidad de Praxedis, G. Gro., al igual que cromo y níquel para la misma localidad de estudio.

Todos los elementos determinados no ofrecen riesgo a los cultivos, toda vez que no pueden ser absorbidos, ya que la naturaleza alcalina del agua y suelo evita su bio-disponibilidad.

CONCLUSIONES

El uso de agua residual cruda y residual-mezclada en el riego de cultivos del Valle de Juárez, por varias décadas ha ocasionado la acumulación de molibdeno en el agua freática somera hasta en 50 veces, comparado con el LMP.

Cadmio excedió al LMP hasta en 6 veces y manganeso tiene una concentración promedio que supera en 2.3 al LMP. La concentración promedio de boro excede ligeramente al LMP, donde la localidad Caseta señala una alta concentración que supera 3 veces al LMP.

Todos los elementos determinados no ofrecen riesgo a los cultivos, toda vez que no pueden ser absorbidos, ya que la naturaleza alcalina del agua y suelo disponibles evita su bio-disponibilidad.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la participación del personal altamente calificado del laboratorio Ambiental de la Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Ciudad Juárez; a Luis Chihuahua García, además en control de calidad Dora Alicia Becerra Gutiérrez y al frente del laboratorio ambiental Cecilia Grajeda Máuregui.

BIBLIOGRAFÍA

APHA-AWWA-WPCF. 1992. Standard methods for the examination of water and wastewater. 17 Edition. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation. USA.

García-Soto M. M., y U. Figueroa V. 1992. Estudio de nivel freático en el Valle de Juárez Chihuahua. *En:* Tovar S., J. L. y R. Quintero L. (*Eds.*). La investigación edafológica en México 1991-1992. Memorias del XXV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Acapulco México., p. 420

Palomo-Rodríguez, M. y U. Figueroa V. 2006. Variabilidad espacial aplicada a coliformes en agua residual a lo largo del Distrito de Riego 009. Ciencia en la Frontera 4(1): 140-148

Palomo-Rodríguez, M. 2005. Descripción hidro-agrológica del Valle de Juárez en búsqueda de soluciones para la conservación del agua. Memorias del Simposio Binacional de Conservación del Agua en la Región Paso del Norte. Ciudad Juárez México, p. 40-48

Palomo-Rodríguez M., J. G. Martínez R., y U. Figueroa V. 2007. Variabilidad espacial de metales pesados y metaloides en agua residual, mediante un proceso de dilución. Agrofaz 7(3):135-143

Palomo-Rodríguez M., Y. Chew M., U. Figueroa V., y R. Faz C. 2009. Variaciones estacionales de parámetros fisicoquímicos en agua residual a lo largo del Valle de Juárez Chihuahua. Revista Agrofaz 8(2):101-106

Rincón, V. C., M. A. Flores, O., M. Palomo-Rodríguez y L. Soto, V. 2005. Promoción de colaboraciones participativas para la conservación del agua. Memorias del Simposio Binacional de Conservación del Agua en la Región Paso del Norte. Ciudad Juárez México, p 14-35

US-EPA, 1972. Water quality criteria. National Academy of Sciences and National Academy of Engineering. Environmental Protection Agency. Washington D. C., Report No. EPA- R373-033. 592 p.

USO DEL MODELO ARDBSN EN LA CARACTERIZACION DE CUENCAS HIDROLOGICAS EN ZONAS ARIDAS

Juan Guillermo Martínez Rodríguez[1], Miguel Palomo-Rodríguez[1], Arturo Reyes González[1] y Antonio Anaya Salgado[1]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental La Laguna. Blvd. José Santos Valdez No. 1200, Matamoros Coahuila, México. E-mail: martinez.juanguillermo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Los modelos hidrológicos son fundamentales para la evaluación, desarrollo y manejo de recursos hídricos. Estos modelos son usados, por ejemplo, para analizar la cantidad y calidad del agua de ríos y arroyos, en la operación de presas de almacenamiento, protección de acuíferos, manejo conjunto de agua superficial y subterránea, sistemas de distribución de agua y en un amplio rango de actividades en el manejo de recursos hidráulico.

Frecuentemente, el modelo dicta el tipo y cantidad de datos a utilizar, o viceversa. En general, los modelos hidrológicos distribuidos requieren mayor cantidad de datos que los modelos no distribuidos. En muchos casos, los datos no existen o no están disponibles en su totalidad. El en el mejor de los casos, si los datos existen y están disponibles, aún se tienen que superar los problemas de homogeneidad, exactitud y datos faltantes. Una vez superado lo anterior, el siguiente paso tiene que ver con: el almacenamiento, procesamiento, análisis y manipulación de los datos. Si el volumen de datos es muy grande, el manejo y procesamiento de los mismos puede ser un proceso tedioso y que requiere un largo período de tiempo.

En el pasado, el manejo de la información requerida como parámetros de entrada a los modelos hidrológicos fue un proceso muy complicado. Esta dificultad, en la actualidad ha sido superada gracias a la capacidad de los sistemas de información geográfica (GIS, por sus siglas en inglés).

Los GIS proporcionan un medio muy eficaz para generar, almacenar, analizar, y visualizar datos espacialmente distribuidos. Los datos referenciados geográficamente pueden estar en forma de mapas temáticos mostrando información muy diversa tal como: elevación del terreno, tipos de suelo, vegetación, hidrografía, etc., o bien resultados provenientes de modelos de simulación de procesos ambientales. Una característica de los GIS es que permiten al usuario sobreponer capas de mapas digitales a partir de los cuales se puede visualizar y analizar la información a gran escala (Burrough y McDonnel, 1998).

Este trabajo tiene como objetivo presentar la metodología de caracterización de los elementos geométricos (área, longitud y ancho de canales, pendiente, etc) de dos cuencas utilizando el sistema de información geográfica (SIG) ARC/Info ligado al modelo de simulación hidrológica ARDBSN. También, presentar los resultados obtenidos al caracterizar cuencas hidrológicas bajo diferentes niveles de complejidad.

MATERIALES Y METODOS

La Cuenca Experimental "Walnut Gulch" se localiza en el sureste de Arizona y es rodeada por la ciudad de Tombstone. Es una cuenca única, debido al diseño anidado que se tiene de cuencas y sub cuencas, así como a la densa red instrumentada instalada dentro y alrededor de ella. La vegetación es representativa de la zona de transición entre el desierto chihuahuense y sonorense. El clima es semiárido, la distribución de lluvias se concentra en los meses de verano, donde, aproximadamente el 65% de la precipitación total anual se presenta en forma de lluvias torrenciales, las cuales son responsables de los escurrimientos. Este estudio presenta resultados de dos subcuencas: la cuenca 63.223 (44 ha) y la cuenca 63.011 (785 ha), las cuales son representativas de áreas dominadas con vegetación del tipo matorral y pastos. Los suelos dentro de las áreas de estudio son principalmente migajón arenoso con grava.

La resolución de datos utilizados para desarrollar parámetros de entrada es un factor importante en la respuesta hidrológica de un modelo a nivel cuenca. La resolución de los datos utilizada para determinar las características de la cuenca determina la exactitud de los resultados del modelo. Por ejemplo, la topografía de la cuenca afecta la distribución de la red de flujo de escurrimiento. La distribución espacial de tipos de suelo y uso del mismo dentro de una cuenca, afectan también la respuesta al escurrimiento (Srinivasan, 1992).

La resolución de las celdas utilizada y sus atributos en los mapas digitales raster, deben representar exactamente las condiciones actuales del área de estudio con el fin de que el modelo produzca resultados satisfactorios. El tamaño de la cuenca tiene influencia en la exactitud necesaria de los datos de entrada, por lo que la exactitud de los datos de salida cambia con la escala del mapa considerado, como se puede observar en el Cuadro 1. La salida del modelo depende no solo del tamaño de la cuenca, sino también del error escalar inherente al mapa utilizado. Lo anterior se debe a que mapas de baja resolución pueden no dar una exacta representación de las características actuales de la cuenca (Arnold y Sammons, 1988).

La aplicación hidrológica de los sistemas de información geográfica (GIS), requiere el desarrollo de bases de datos apropiadas para el modelo de simulación a emplear (Burrough and McDonnel, 1998). El proceso incluye el determinar los datos que son necesarios, identificar las fuentes de estos datos, convertir los datos a los formatos apropiados para el SIG y mantener y actualizar la base de datos. La creación de una buena base de datos es el aspecto más importante y complejo sobre la que recae la utilidad del sistema de información geográfica (Burrough y McDonnel, 1998; Goodchild, *et al*., 1993).

La base de datos empleada en la Cuenca Experimental "Walnut Gulch" se desarrolló a partir de fotografías ortogonales a bajo relieve y chequeos de campo. Para la caracterización topográfica y la delimitación automática de las cuencas se utilizó un modelo de elevación digital (MED) de 10 metros de resolución con 0.7 m de error absoluto en elevación. Este MED fue la base para la definición de las áreas de flujo concentrado y de escurrimiento. Para lo anterior, se utilizaron los algoritmos de dirección y acumulación de flujo definidos en ARC/Info (ESRI, 1998).

Las cuencas 11 y 223 fueron subdivididas en áreas de escurrimiento y áreas de concentración usando diferentes valores pre-definidos en el algoritmo correspondiente. Esto se hizo con la finalidad de investigar el efecto de la complejidad geométrica de las cuencas hidrológicas sobre la eficiencia de ARDBSN en simular los escurrimientos totales anuales. La interface ARDBSN-ARC/Info subdivide la cuenca basado solamente en la topografía; las áreas de escurrimiento superiores se definen como aquellas áreas que escurren al final de un canal de primer orden. Las áreas laterales son aquellas cuyo escurrimiento ocurre a lo largo del canal anteriormente mencionado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los algoritmos definidos en ARC/Info, la complejidad de la red de drenaje se determina mediante un valor crítico de flujo acumulado, la cual define la presencia o ausencia de un arroyo o canal. El incremento del valor crítico, reduce la longitud y/o el número de arroyos; lo cual a su vez, afecta el número y tamaño de las áreas de escurrimiento. En este estudio, se utilizaron cuatro valores críticos: 1.5, 2.5, 5, y 10% del área total de la cuenca bajo estudio. Como puede observarse en el Cuadro 1, al incrementar el área crítica de 1.5 a 10%, la complejidad de la subcuenca decrece como consecuencia de una disminución en el número de elementos generadores de escurrimiento. Esto ocasiona que las características espaciales como son la variabilidad de la precipitación e infiltración sean promediadas. De la misma manera, el número de canales se reduce, lo cual es critico para la modelación de escurrimientos

en zonas semiáridas, donde es de vital importancia el contabilizar las perdidas por transmisión. Con la finalidad de tomar explícitamente en cuenta la interacción número de elementos de escurrimiento y número de canales, el método que utiliza el modela para estimar el Número de Curva (CN) se modificó.

Cuadro 1. Características geométricas de dos subcuencas en función de los valores críticos utilizados en ARC/Info.

Concepto	Cuenca 11				Cuenca 223			
Valor Critico (%)	1.5	2.5	5.0	10.0	1.5	2.5	5.0	10.0
Área (ha)	11.80	19.60	39.30	78.60	0.72	1.20	2.40	4.80
No. Canales	21	11	5	5	21	15	9	5
Longitud de Drenaje (Km)	13.8	12.0	10.0	8.16	3.19	2.64	2.09	1.53
Áreas de Escurrimiento	51	27	12	12	46	37	19	13

Las predicciones del escurrimiento total anual, fueron evaluadas de acuerdo al coeficiente de eficiencia de Nash-Sutcliffe, así como también con el cuadrado medio del error (CME) y el coeficiente de correlación (Martínez, 1999).

En el Cuadro 2 puede observarse que en todos los casos existe una disminución de la eficiencia del modelo al disminuir la complejidad de la cuenca. El análisis estadístico mostró que ninguna de los valores calculados por el modelo fue estadísticamente diferente con respecto a los datos observados. Estos resultados indican que el modelo ARDBSN es capaz de predecir con razonable exactitud los escurrimientos totales anuales provenientes de cuencas pequeñas en zonas semiáridas. Aun cuando el área de las cuencas bajo estudio es un orden de magnitud diferente, el modelo presentó buenos resultados en ambas. La habilidad para simular adecuadamente la respuesta de una cuenca en un rango de escalas, es un aspecto primordial

en modelación distribuida. En ausencia de validación interna, los modelos pueden ser calibrados con datos provenientes de estaciones de aforo puntuales.

Los resultados de siete años de simulación en ambas cuencas, muestran que el incremento en la complejidad de las cuencas, tiende a ajustar los valores de escurrimiento simulado mas cercanamente a la línea 1:1.

Cuadro 2. Eficiencias obtenidas por las dos subcuencas en estudio.

Concepto	Cuenca 11				Cuenca 223			
Valor Critico (%)	1.5	2.5	5.0	10.0	1.5	2.5	5.0	10.0
Nash-Sutcliffe	0.915	0.900	0.804	0.805	0.943	0.9340	0.923	0.919
CME	0.003	0.003	0.007	0.008	0.037	0.934	0.046	0.046
Correlación	0.958	0.958	0.902	0.901	0.867	0.857	0.831	0.829

Causa sorpresa, dado que su área es mayor, que la cuenca 11 tenga valores más altos en cuanto a eficiencia del modelo al considerar el CME y el coeficiente de correlación. Este comportamiento del modelo, pudiera explicarse en parte, a algunas dificultades técnicas encontradas durante el proceso de modelación. La modelación hidrológica convencional requiere que los elementos de escurrimiento sean homogéneos, y que además reflejen la variabilidad espacial. Las diferentes configuraciones de las cuencas se basaron únicamente en la topografía, esto ocasiona que en la cuenca 223 los elementos sean mucho más pequeños y dado los criterios definidos para delinearlos, se producen subareas no deseadas que conlleva a la delineación de redes de drenaje más complejas, lo que ocasiona una baja en las eficiencias del modelo. Aun cuando la interface ARC/Info - ARDBSN necesita mejorarse, los resultados aquí mostrados no motivan a realizar esfuerzos para ampliar nuestra investigación en cuencas con áreas mayores a las aquí mencionadas.

CONCLUSIONES

- El modelo ARDBSN es capaz de predecir con razonable exactitud los escurrimientos totales anuales provenientes de cuencas pequeñas en zonas semiáridas.

- Existe una disminución de la eficiencia del modelo al disminuir la complejidad de la cuenca.

BIBLIOGRAFIA

Arnold, J. G. and N. B. Sammons. 1988. Spatial Decision Support System for Selecting Inputs to a Basin Scale Model: Water Resources Bulletin. 24: 749-759.

Burrough, P. A. and R. A. McDonnell. 1998. Principles of Geographical Information Systems, Oxford University Press, USA.

ESRI, 1998. ARC/Info Ver 7.0.4 Online Documentation.

Goodchild, M. F., B. O. Parks, and L. T. Steyaert (eds.). 1993. Environmental Modeling with GIS. Oxford University Press, USA.

Lane, L.J., 1982. Distributed model for small semi-arid watersheds. J. Hydraulics Div., ASCE 108(HY10):1114-1131.

Martínez R. J. G. 1999. Sensitivity analysis across scales and watershed discretization schemes using ARDBSN hydrological model and GIS. Ph. D. Dissertation, School of Renewable Natural Resources, University of Arizona. 200 p.

Srinivasan, R. 1992. Spatial Decision Support System for Assessing Agricultural Non-Point Source Pollution Using GIS: Ph.D. Dissertation, Purdue University, West Lafayette, IN, 224 p.

MANEJO ADECUADO DE SISTEMA DE RIEGO A PRESION

Juan G. Martínez Rodríguez[1], Miguel Palomo Rodríguez[1], Arturo Reyes González[1]y Antonio Anaya Salgado[1]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental La Laguna. Blvd. José Santos Valdez No. 1200, Matamoros Coahuila, México. E-mail: martinez.juanguillermo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La uniformidad de distribución del agua de un sistema tiene un efecto sobre la eficiencia de aplicación del sistema y en el rendimiento del cultivo. Los sistemas de riego con pobre uniformidad de distribución experimentan una reducción en los rendimientos debido al estrés hídrico y/o debido al exceso de agua en el cultivo.

La uniformidad de distribución de un sistema de riego depende de las características del sistema, así como de las decisiones de manejo del agua de riego. La uniformidad de distribución de diferentes tipos de irrigación estará influenciada por diferentes factores que son característicos de un sistema en particular. Estos factores en un sistema de riego necesitan manejarse correctamente para asegurar que la uniformidad de distribución está en un nivel aceptable. Lo anterior asegura el uso óptimo de los recursos hídricos. El presente trabajo tuvo como objetivo hacer un diagnostico técnico con respecto al manejo del agua en los predios comerciales con sistemas de producción forrajeros.

Los resultados indican que el manejo del agua en los ranchos con sistemas forrajeros es deficiente. Las eficiencias de aplicación son altas, sin embargo, las eficiencias de requerimiento de agua del cultivo no son satisfechas y por lo tanto la pérdida de rendimiento del cultivo es notable. En el diseño del sistema de riego superficial no se consideran aspectos de ingeniería de riego (gasto unitario, pendiente del terreno, tipo de suelo, etc.) que de utilizarse incrementarían de manera sustancial la eficiencia del manejo del agua y el rendimiento de los cultivos.

Con respecto a los sistemas de riego tipo pivote central, estos se encuentran trabajando muy por debajo de la eficiencia de diseño y no cumplen con el objetivo para el cual fueron diseñados. En este sentido, las eficiencias de aplicación se sitúan alrededor del 60 al 70%. El responsable de lo anterior, es la pobre distribución de los emisores en la línea lateral de distribución cuya descarga es irregular y no sigue un patrón de definido.

Las recomendaciones para cada rancho bajo estudio son puntuales y se hacen presentes en los reportes individuales que para cada rancho evaluado se preparó. En dicho reporte, se dan recomendaciones en cuanto al manejo del agua del predio en función de las caracteristicas del terreno, así com en función de la geometria de las melgas, pendiente del terreno y volumen disponible agua en el rancho. También se presenta el manejo de agua y programación del riego en función de las necesidades del cultivo con la finalidad de incrementar notoriamente el rendimiento de los mismos. En cuanto al sistema de riego a presion analizado, dicho reporte, se dan recomendaciones en cuanto al manejo del agua del predio en función de las caracteristicas del terreno, tipo de boquillas o emisores a utilizar y tiempos de riego utilizados en el rancho. El lector puede consultar individualmente los resultados obtenidos en cada predio bajo estudio

El presente trabajo tuvo como objetivo hacer un diagnostico técnico con respecto al manejo del agua en los predios comerciales con sistemas de producción forrajeros.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se desarrolló en ranchos localizados en la Comarca Lagunera. En total se evaluaron cuatro ranchos agrícolas con sistemas forrajeros cuya área total es de 930 hectáreas, aproximadamente. En todos y cada uno de los ranchos se realizaron muestreos de suelo con la finalidad de determinar las características físicas, así como los parámetros de retención de humedad del suelo. También se localizaron las diferentes fuentes de agua (pozo profundo, estanques, etc.) con la finalidad de determinar la calidad del agua utilizada, así como la profundidad de bombeo, eficiencia electromecánica de los pozos y el volumen total de agua disponible para uso agrícola, superficie total irrigada y frecuencia de riego en el predio.

Por otro lado se realizó un levantamiento altimétrico de las diferentes tablas y melgas con la finalidad de establecer la pendiente longitudinal y transversal y asociarla con las dimensiones de la melga (largo y ancho), el gasto unitario por melga y el tiempo de riego (avance y recesión) con la finalidad de conducir pruebas de riego. Con la ayuda del modelo de simulación dinámica SIRMOD se calcularon la eficiencia de aplicación, así como la eficiencia de requerimiento del cultivo.

Como era de esperar, existe una gran variabilidad entre rancho y esto da como resultado que el manejo del agua sea diferente entre ellos. Sin embargo, destaca de manera especial la baja eficiencia electromecánica que se presenta en la gran mayoría de ellos.

También se evaluo el Rancho San José, el cual cuenta con un sistema de riego tipo pivote central que utilizado al cien porciento tiene capacidad de irrigar una superficie de cincuenta hectareas. En este caso, Los colectores utilizados en esta prueba fueron diseñados para evitar al máximo la pérdida de agua por evaporación. Estos fueron distribuidos en línea recta en forma perpendicular a la dirección del movimiento de la máquina. De acuerdo a la norma, el primer colector se estableció a los 80 metros de distancia radial del pivote y después de manera uniforme a una distancia de 3 metros cada uno de ellos, según se puede observar en la siguiente imagen. Se instalaron un total de 102 colectores, siendo su área de captación de 198.56 cm^2. Todos y cada uno de los colectores fueron nivelados y durante la prueba se verifico que la velocidad del viento fuera menor a 1 m/s.

La prueba se realizó teniendo la máquina de pivote central a 100%, 50% y 30% como velocidad de operación. El volumen colectado y la lámina aplicada en cada una de las diferentes pruebas dio como resultado que a mayor velocidad del pivote menor volumen colectado y menor lámina aplicada.

RESULTADOS

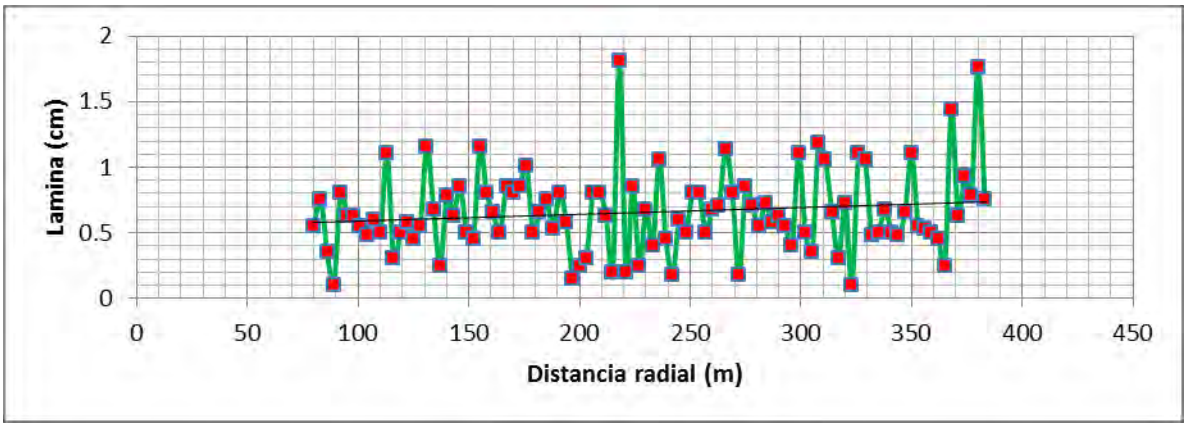
Dentro de este proyecto se evaluaron tres ranchos que manejan su agua de riego a través de sistemas de riego superficial, siendo estos: El Recuerdo, El Sauce y La Palma y La Revancha los cuales cuentan con una superficie de 250, 144 y 500 hectáreas, respectivamente. También, se evaluó el sistema de riego presurizado tipo pivote central del Rancho San José cuya superficie es de 50 hectáreas.

En la mayoría de los casos, se esta haciendo un uso inadecuado del agua de riego. Si bien es cierto que bajo estas caracteristicas demanejo del agua se estan obteniendo altas eficiencias de aplicación (arriba de 90%), lo anterior se logra en detrimento de cumplir con el volumen requerido para satisfacer la demanda del cultivo establecido. Las eficiencias de requerimiento se situan por abajo del 70% y en los casos que estos requerimientos son satisfechos, esto se logra aplicando demasiada agua por lo que la fracción de lixiviación (agua por debajo de la zona de raices) se incrementa considerablemente alcanzando, en algunos casos, hasta un 20% del volumen aplicado. Lo anterior, en detrimento del acuifero regional.

Las recomendaciones para cada situación son puntuales y se hacen presentes en los reportes individuales que para cada rancho evaluado se preparó. En dicho reporte, se dan recomendaciones en cuanto al manejo del agua del predio en función de las caracteristicas del terreno, así como en función de la geometria delas melgas, pendiente del terreno y volumen

disponible agua en el rancho. También se presenta el manejo de agua y programación del riego en función de las necesidades del cultivo con la finalidad de incrementar notoriamente el rendimiento de los mismos. El lector puede consultar individualmente los resultados obtenidos en cada predio bajo estudio.

Con respecto al rancho San José, la distribución espacial de la lámina de riego aplicada por el pivote a lo largo de la distancia radial del mismo se presenta en la Figura, en la que se observa la gran variación que existe dentro del predio.



Los estadisticos correspondientes a cada una de las velocidades de operación dio por resultado que las láminas de riego promedio aplicadas fueron: 1.64, 0.66 y 0.28 cm para 30, 50 y 100% de la velocidad de operación. Siendo los valores más comunmente encontrados (Moda) 2.01, 0.50 y 0.35 cm de lamina en cada una de ellas, respectivamente. La distribución actual de las boquillas ocasiona una variación muy grande según se puede observar en los valores correspondientes al rango de aplicación; estos se encuentran en 3.5, 1.71 y 0.70 cm de lamina para cada una de las velocidades evaluadas (30, 50 y 100%, respectivamente.)

El coeficiente de uniformidad (CU_H) del pivote central se calculo utilizando la ecuación modificada de Heermann and Hein. Se observa que el coeficiente de uniformidad es muy bajo, ya que la mínima requerida en estos sistemas es de 80%, esto es por la mala distribución de las boquillas.

La lamina aplicada en cada una de las velocidades es muy variada como se observa también consecuencia de la uniformidad, esta lamina es muy grande ya que la evapotranspiración media es de 5 mm diarios y se está aplicando una lamina promedio cada dos días mayor al requerimiento diario. Sin embargo el tiempo de riego es constante por lo cual se está aplicando

la misma lámina en las 3 velocidades, ya que el gasto del pivote no varía y siempre es el mismo.

Las recomendaciones para esta situación son puntuales y se hacen presentes en los reporte individual que se preparó. En dicho reporte, se dan recomendaciones en cuanto al manejo del agua del predio en función de las caracteristicas del terreno, tipo de boquillas o emisores a utilizar y tiempos de riego utilizados en el rancho. También se presenta el manejo de agua y programación del riego en función de las necesidades del cultivo con la finalidad de incrementar notoriamente el rendimiento del mismo.

CONCLUSIONES

La eficiencia de aplicación del agua que se hace en los sistemas de produccion agropecuaria y especificamente en los sistemas forrajeros son bajas. Por lo anterior se hace necesario la implementación de programas de apoyo a las productores regionales con la finalidad de adoptar las tecnicas y metodos de utilización de agua de riego que haga un uso más eficiente de la misma e incremente la productividad de las explotaciones agricolas regionales.

IMPACTOS

La utilización de esta metodología a nivel regional a mostrado sus bondades ya que permite incrementar la eficiencia del riego en sistemas de pivote central hasta en un 92% con un ahorro considerable para el productor en el número de horas de riego, así como un incremento en el rendimiento de los cultivos hasta de un 15%.

Al utilizar esta tecnología de riego, el ahorro de agua en el sector agrícola, será de 50 millones de metros cúbicos de agua en la Región Lagunera, los cuales al no extraerse aminoran el abatimiento del acuífero regional.

BIBLIOGRAFIA

Merriam, J.L. and Keller, J. 1978. Farm irrigation system evaluation: A guide for management. Department of Biological and Irrigation Engineering, 4105 Old Main Hill, Logan, Utah, 84322-4105

Hansen,V.E. 1960. New Concepts in Irrigation Efficiency, Transactions of the ASAE. Vol 3, No. 1, pp. 55-61.

Howell, T.A., S.R. Evett, A.D. Schneider, R.W. Todd, and J.A. Tolk. 1998. Evapotranspiration of irrigated fescue grass in a semi-arid environment. ASAE Paper no. 982117. ASAE Annual International Meeting, Orland, FL, July 12-16.

Jensen, M.E., D.C.N. Robb, and C.E. Franzoy. 1970. Scheduling irrigations using climate-cropsoil data. Proc. Am. Soc. Civ. Engr., J. Irrig. and Drain. Div. 96(IR1):25-38.

Walker, W. R. 1989. Guidelines for designing and evaluating surface irrigation systems. FAO Irrigation and Drainage Paper 45, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. 137p.

ASCE. 1978. Water Requirements. ASCE Manuals and Reports on Engineering Practices No. 70, ASCE, New York. 332 pp.

CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE RIEGO PARCELARIO EN EL CULTIVO DE VID EN LA COMARCA LAGUNERA

Juan G. Martínez Rodríguez[1], Arturo Reyes González[1], Miguel Palomo Rodríguez[1] y Antonio Anaya Salgado[1]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental La Laguna. Blvd. José Santos Valdez No. 1200, Matamoros Coahuila, México. E-mail: martinez.juanguillermo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La Ley Nacional de Aguas requiere el uso económico y sustentable del agua. De tal manera, los recursos hídricos tienen que ser utilizados de tal manera que protejan y conserven las reservas de agua disponible. En la agricultura bajo riego, lo anterior se obtendrá a través del manejo efectivo de la aplicación del agua. Por lo tanto, los sistemas de riego tendrán que aplicar el agua en la forma más eficiente posible para prevenir pérdidas innecesarias y desperdicio de agua.

Con la finalidad de lograr lo anterior, la uniformidad con la cual los sistemas de riego aplican el agua deberá ser alta. La uniformidad de distribución del agua de un sistema tiene un efecto sobre la eficiencia de aplicación del sistema y en el rendimiento del cultivo (Merriam and Keller, 1978; Hansen,1960; Walker, 1989). Los sistemas de riego con pobre uniformidad de distribución experimentan una reducción en los rendimientos debido al estrés hídrico y/o debido al exceso de agua en el cultivo (Howell, et al., 1998). Una uniformidad de distribución pobre provoca un incremento en los costos financieros y ambientales. Los nutrientes pueden lixiviarse por debajo de la zona de raíces de los cultivos e ir a contaminar las aguas subterráneas debido a un exceso de agua aplicado para superar la pobre uniformidad de riego.

La uniformidad de distribución de un sistema de riego depende de las características del sistema, así como de las decisiones de manejo del agua de riego (Jensen et al., 1970). La uniformidad de distribución de los tipos de irrigación estará influenciada por diferentes factores que son característicos de un sistema en particular. El riego por superficie está influenciado principalmente por las características de retención de agua del suelo. Estos factores en un sistema de riego necesitan manejarse correctamente para asegurar que la uniformidad de distribución está en un nivel aceptable. Lo anterior asegura el uso óptimo de los recursos hídricos. El presente trabajo tiene como objetivo presentar resultados de la caracterización del riego del viñedo del Campo Laguna, así como presentar la eficiencia de riego parcelario obtenida en éste.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en al Campo Experimental “La Laguna” (CELALA) que se localiza en el municipio de Matamoros, Coah. El método de riego utilizado en el lote donde se encuentra establecida la viña se encuentra conformada por un sistema de riego por goteo. En el cual se encuentra agrupado por una línea de conducción de 4” hasta el lote, una principal de $3_{1/2}$” y una red secundaria de 2” de donde salen las líneas regantes agrupadas en 42 unidades de riego, el cual se encuentran funcionando en su totalidad. La fuente de abastecimiento es una pila funcionando como estanque con capacidad de 1500 m^3, alimentado por un pozo profundo con un gasto de 42 lps. La viña tiene una superficie bajo riego de 6.4 ha (Figura 1), de las cuales se explotan 5.75 ha ya que una parte de estas no está habilitada y sin plantación.

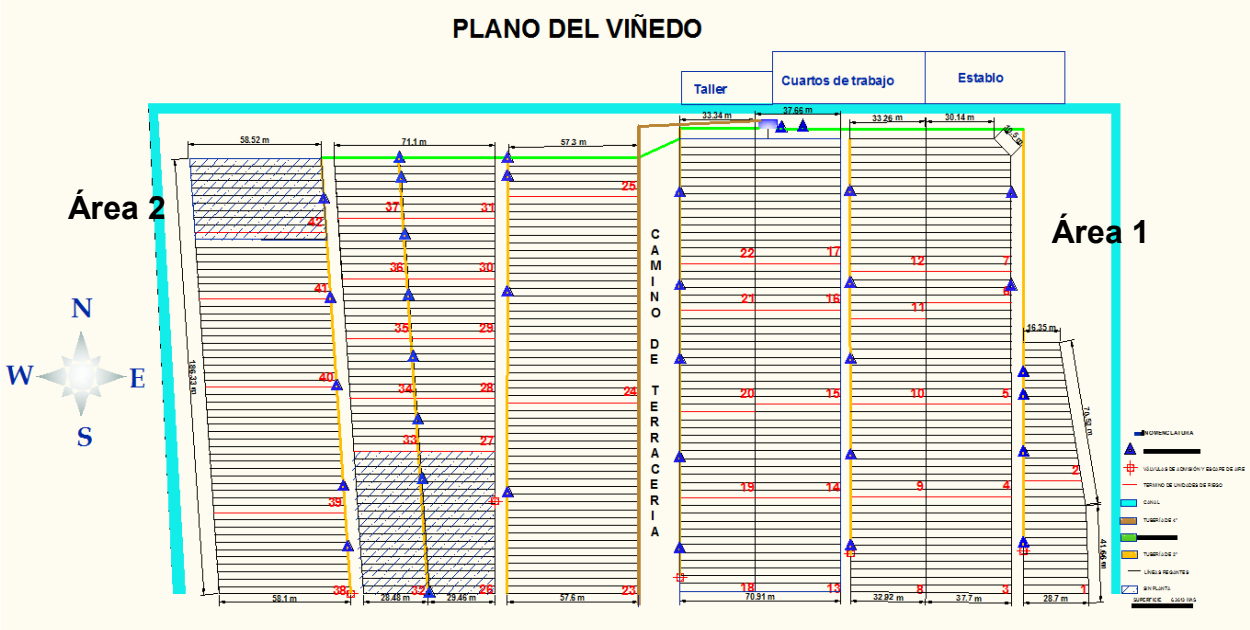


Figura 1.- Croquis del viñedo

El tipo de textura de suelo que predomina en este lote es franco arenoso, el cual tiene una retención de humedad de 15 cm/m y una densidad aparente de 1.3 gr/cm^3. Estos tipos de suelo poseen propiedades de buena permeabilidad, baja retención de humedad y son fáciles de trabajar.

Se cuenta con un pozo profundo que alimenta a la pila con un gasto de 42 lps, el sistema tiene un rebombeo que extrae agua de la pila, la tubería de conducción hacia el lote es de 4”, todo el sistema está trabajando con 17 lps. La frecuencia de riego son riegos continuos todos los días en los meses más calurosos.

Las distancias entre hileras varía de acuerdo a la variedad, encontrando desde 2 m entre hileras hasta 4 m, con lo que corresponde a las distancias entre planta es la misma situación y van desde los 30 cm hasta 1.5 m entre planta y planta.

Las líneas entre unidad varían esto da por consecuencia un gasto también variante en las unidades como se observa en el Cuadro 1.

Cuadro 1.- Unidades y líneas de riego

Unidad	Líneas	Longitud de la línea (m)	Unidad	Líneas	Longitud de la línea (m)
1	15	25 a 28	22	16	33.2
2	18	15 a 25	23	26	57.6
3	13	37.6	24	27	57.6
4	12	37.6	25	5	57.6
5	13	37.6	26	20	29.4 a 33
6	4	37.6	27	7	33.5
7	17	63 a 37.6	28	8	35 a 36.4
8	13	32.9	29	8	36.8 a 38.2
9	12	32.9	30	8	38.6 a 40
10	11	32.9	31	8	40.5 a 41.8
11	6	32.9	32	20	29 a 28.5
12	17	32.9	33	7	28.5
13	13	37.7	34	8	28.5
14	12	37.7	35	8	28.5
15	12	37.7	36	8	28.5
16	6	37.6	37	8	28.5
17	16	37.7	38	12	58.1
18	13	33.2	39	17	58
19	11	33.2	40	12	57.9
20	13	33.2	41	9	57.9
21	6	33.2	42	10	57.9

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó que el gasto y la presión varían en el predio y esto da por consecuencia una mala distribución del agua. El tipo de gotero integrado debe de estar funcionando con una presión de al menos 40 psi con un gasto de 4 l/h. También, se observó que existe un 20 % de goteros tapados por azolve y sarro por los cuales la eficiencia disminuye.

Sin embargo por las condiciones del cultivo se está regando a diario ya que no se requiere raíz profunda solamente laterales y es necesario formar un túnel de humedecimiento de 50 cm de ancho por 60 cm de profundidad.

Respecto a la disponibilidad de agua, la vid se riega con un estanque con capacidad de 1500 m^3 alimentado con un pozo profundo con un gasto de descarga de 42 lps, en el estanque se encuentra un rebombeo con tubería de salida de 4" con el cual se explota actualmente toda la superficie de la viña. Las frecuencias de riego en este lote son de 7 horas diarias durante los meses más calurosos del año, aun así no cumplen con los requerimientos hídricos de la planta.

Cabe mencionar que la vid necesita de 20 litros diarios de agua para su permanencia y se encontró que se está aplicando solamente 9 litros diarios, por lo cual no se está aplicando lo requerido por la planta.

Como podemos ver en el Cuadro 2, la eficiencia de aplicación (EA) es alta, lo cual significa que si bien no se están aplicando excesos de agua porque todo ésta se queda en la zona de raíces, no se está cumpliendo con los requerimientos de riego del cultivo debido a que la eficiencia de requerimiento (ER) es muy baja y apenas se aproxima a 47%. Lo anterior nos indica que se está dejando de aplican agua necesaria para en cultivo en más del 50% del volumen requerido. Lo cual ocasiona un déficit grave de agua lo cual se manifiesta en el desarrollo y producción de la vid.

La eficiencia del todo el sistema está en un 56 % que es una eficiencia muy baja ya que estos están diseñados para trabajar al 95 % de su capacidad.

Cuadro 2.- Eficiencias del sistema

EA (%)	ER (%)	E sis. (%)	UD (%)
100	45	56	80

También, se encontraron varios problemas aunados a esto como son daño de la manguera por topos, por manejo y la acumulación de azolve dentro de líneas regantes (Figura 2). Esto disminuye el gasto y la presión en cada uno de los goteros.

Figura 2.- Líneas azolvadas y fugas

CONCLUSIONES

Se debe de realizar una limpieza general de las líneas regantes, dejando salir el agua al final de cada línea por lo menos 2 minutos para el desazolvé de esta y de los goteros. También es necesario checar con cuidado y línea por línea los desperfectos que existen y repararlos.

Los riegos se aplicaran de forma continua para formar el túnel de humedecimiento, esto con la finalidad de crear raíces laterales, la profundidad de humedecimiento es de 60 a 80 cm ya que a estas profundidades se encuentran la mayoría de raíces absorbentes.

Por lo cual se aumentará la presión y el gasto en cada gotero dividiendo toda la superficie en 2 áreas de riego, obteniendo hasta una presión de 57 m.c.a y un gasto de 3.4 lph,

BIBLIOGRAFIA

Merriam, J.L. and Keller, J. 1978. Farm irrigation system evaluation: A guide for management. Department of Biological and Irrigation Engineering, 4105 Old Main Hill, Logan, Utah, 84322-4105

Hansen,V.E. 1960. New Concepts in Irrigation Efficiency, Transactions of the ASAE. Vol 3, No. 1, pp. 55-61.

Howell, T.A., S.R. Evett, A.D. Schneider, R.W. Todd, and J.A. Tolk. 1998. Evapotranspiration of irrigated fescue grass in a semi-arid environment. ASAE Paper no. 982117. ASAE Annual International Meeting, Orland, FL, July 12-16.

Jensen, M.E., D.C.N. Robb, and C.E. Franzoy. 1970. Scheduling irrigations using climate-cropsoil data. Proc. Am. Soc. Civ. Engr., J. Irrig. and Drain. Div. 96(IR1):25-38.

Walker, W. R. 1989. Guidelines for designing and evaluating surface irrigation systems. FAO Irrigation and Drainage Paper 45, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. 137p.

ASCE. 1978. Water Requirements. ASCE Manuals and Reports on Engineering Practices No. 70, ASCE, New York. 332 pp.

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA CUENCA DE SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS, CHIAPAS

Ramón Trucíos Caciano[1], Gerardo Esquivel Arriaga[1], Gerardo Delgado Ramírez[1], Miguel Rivera Gonzalez[1], Juan Estrada Ávalos[1].

[1]CENID-RASPA, INIFAP, Km. 6.5 Margen Derecha Canal Sacramento, C.P. 35140, Gómez Palacio, Durango, México. trucios.ramon@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Un Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS, acrónimo en inglés) se puede definir como la integración organizada de equipo de cómputo, programas, datos geográficos y personal, diseñado para la captura, almacenamiento, manipulación y análisis de información geográficamente referenciada, con la finalidad de generar propuestas en planificación y gestión de recursos naturales. Es un conjunto de procedimientos que se ejecutan sobre una base de datos no gráfica o atributos de objetos del mundo real que tiene una representación gráfica y es susceptible a medición en forma y dimensión relativa a la superficie de la tierra. Además de los atributos, un SIG cuenta también con una base de datos gráfica que incluye información georeferenciada o de tipo espacial y que tiene una estrecha relación con la base de datos descriptiva. Es importante señalar que cualquier información se considera geográfica si es medible y tiene localización. Para desarrollar un SIG se utilizan herramientas de gran capacidad de procesamiento gráfico y alfanumérico, dotadas de procedimientos y aplicaciones para captura, almacenamiento, análisis y visualización de la información.

Un SIG es útil para modelación de la realidad referido a un sistema de coordenadas terrestre (Alonso, 2004) o simplemente un sistema de cómputo capaz de mostrar y editar lugares en la superficie de la Tierra (ESRI, 1995). Los SIG se han venido desarrollando durante más de 20 años y se han aplicado en diversas ramas de la ciencia, comenzaron a utilizarse como herramienta de mapeo y análisis en geografía en la década de los 60's en Canadá (Richards *et al.*, 1999). A partir de los 70's se desarrollaron rápidamente debido al surgimiento, accesibilidad y bajo costo de las minicomputadoras, el desarrollo de programas en sistema Windows® y la amplia disponibilidad de mapas digitales. A partir de los 90's, los SIG se convierten en un campo de estudio multidisciplinario que contribuye en la planificación del desarrollo territorial con base en estudios geológicos, geohidrológicos, de uso del suelo y condiciones climáticas, entre otros (Clarke *et al.*, 1996).

Los SIG orientados al aprovechamiento integral de los recursos naturales deben integrar capas temáticas de información en el área de estudio (Thiruvengadachari, 2004). Lo anterior, permite referir las actividades a puntos administrativos y unidades de manejo ambiental, generar mapas sobre temas específicos, consulta de la base de datos y desarrollo de modelos dinámicos. Las capas temáticas consideradas en este estudio integran la información espacial relevante para la gestión de los recursos naturales en la Cuenca de San Cristóbal de las Casas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La obtención de una base de datos que describe los recursos naturales, agua, suelo, vegetación, entre otros, permite conocer su dinámica de cambio expresada en superficie que incrementa o disminuye, como resultado del aprovechamiento de los recursos y por supuesto al cambio de uso de suelo que se esté gestando en el área de estudio, obedeciendo a la dinámica socioeconómica. El contar con un SIG con mayores atributos permitirá tener una mejor toma de decisiones para la gestión del uso y manejo de recursos. Para lograrlo es necesario tener acceso a información de mayor calidad, tal es el caso de imágenes de alta resolución, como la que se analizó en este estudio, que permite tener mayores y mejores características del estado que guardan los recursos naturales.

Las diferentes capas temáticas que conforman el SIG se generaron a través de diferentes procedimientos como los que se enumeran a continuación: 1) Recopilación de información digital previamente generada , 2) Conversión digital de mapas temáticos existentes y 3) Generación de mapas temáticos con el uso de bases de datos existentes 4) Adición de metadatos a las capas generadas. La proyección utilizada para este estudio es Universal Transversa de Mercator (UTM) con datum WGS84, seleccionada por ser una proyección predeterminada en los programas utilizados (ArcView, ArcGIS y AutoCAD). En base a estas actividades se realizó la compilación y generación del SIG para la Cuenca de San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La información cartográfica digital, como resultado de este trabajo, se generó en formato de imagen para el caso de fotografías e imagen de satélite; y vectorial (puntos, líneas o polígonos) para la información temática, ambos generados a través del SIG ArcGis 9.2®. La descripción del producto incluye la fuente de la información y escala de trabajo.

Productos tipo raster

Ortofotos Digitales

El INEGI a partir de fotografías aéreas con escala de 1:40,000 a 1:75,000, las procesa con auxilio de puntos de control geodésico para su georeferenciación y el Modelo Digital de Elevación (MDE) para ortorectificarlas, generando así el producto denominado ortofotos digitales. Las ortofotos utilizadas en el estudio fueron las siguientes: Carta: E15D51; sextos: f (1996); Carta: E15D52; sextos: d (1996) y e (2000); Carta: E15D61; sextos: c (1996) y f (1996); Carta: E15D62; sextos: a (1996), b (1991), d (1996) y e (1991).

Imagen de satélite de alta resolución

Se adquirieron imágenes de alta resolución que cubren el área de la cuenca de San Cristóbal de las Casas. Los sensores fueron Quickbird color con resolución de pixel de 60x60 cm y Worldview 1 blanco y negro a 50x50 cm de pixel. Estas imágenes se procesaron para generar un mosaico correspondiente al área de estudio que nos permite tener el estado actual de los recursos en el área de estudio y así poder estimar cambios en base a fotografías e imágenes de fechas anteriores en áreas de uso de suelo y vegetación, principalmente.

Modelo digital de elevación

El MDE es un producto que genera el INEGI en base a las curvas de nivel de la carta topográfica 1:50,000 con intervalos de 50 m entre elevaciones. Para obtener el MDE del área de estudio se utilizaron las cartas topográficas E15D51, E15D52, E15D61 y E15D62. Los modelos fueron recortados en sus bordes debido a que en los metadatos proporcionados por el INEGI se considera un área de confiabilidad que no presenta información deformada. Posterior al recorte se integró el mosaico para obtener en una sola imagen del MDE del área de estudio. Las dimensiones de este modelo son: Columnas, 1,462; renglones, 1,151; altitud máxima de 2,900 y mínima de 390 msnm.

Base de datos vectorial

Polígono de delimitación del estado de Chiapas y Municipios

Se utilizó el polígono generado por INEGI en base a los límites del estado y límites municipales de la cartas topográficas 1:50,000 que dan cobertura al estado. Esta capa aún cuando no tiene fines de análisis para el proyecto permite tener una referencia de la ubicación de la cuenca de San Cristóbal de las Casas en el entorno del estado.

Productos vectoriales de INEGI en base a la carta topográfica 1:50,000 de 1993-1994

Este producto cuenta con capas que describen aspectos que forman parte de la carta topográfica escala 1:50,000 (INEGI, 2005a), con fecha de vuelo entre 1993 y 1994. Son 10 capas temáticas las que conforman este producto, las cuales fueron unidas y reclasificadas debido a que el área de estudio está conformada por cuatro cartas escala 1:50,000 que son: E15D51, E15D52, E15D61 y E15D62. Destaca la información que corresponde a las áreas urbanas y vías de comunicación por el impacto que representan en la economía de una región, así como también los indicadores de desarrollo o en su caso rezago económico.

- Áreas urbanas.- Los polígonos de esta capa fueron corregidos debido a que en algunos de ellos faltaba superficie por digitalizar y también había polígonos no digitalizados, por lo tanto, se hizo un proceso de depuración a la información obtenida de INEGI generándose así una capa con el nombre de las principales poblaciones, así como la superficie del área y el tipo de área urbana.

- Vías de transporte.- En esta capa, la clasificación de las vías de trasporte está determinada por el tipo de calle, camino, carretera, línea de comunicación, puente o vía férrea al que corresponda.

Aprovechamientos y descargas de aguas residuales

La Comisión Nacional del Agua a través de su portal de internet con la información del Registro Público Derechos de Agua (REPDA) (CNA, 2010), proporciona información sobre ubicación, No. de título, tipo de aprovechamiento, concesión (m^3 anual), etc., de pozos concesionados y descargas de agua residual, en este último también se incluye la información del lugar de descarga. Esta base de datos se incluye en el SIG para el área que comprende el acuífero de San Cristóbal de las Casas.

Delimitación de los ejidos

La información de propiedad ejidal de los terrenos en donde se ubica la cuenca de estudio, se obtuvo a través de la digitalización de información generada en el portal electrónico de INEGI Mapa de México V 5.0 (INEGI, 2010b). El proceso de extracción de la información fue en formato imagen en donde se establecieron puntos de control georreferenciados y posteriormente se digitalizaron como polígonos a través del programa ArcGis 9.2®. Los atributos

o información relacionada a cada ejido son: nombre, municipio, superficie total, superficie de uso común, superficie parcelada, superficie de asentamientos humanos, entre otros.

Comunidades e información censal

La información sobre nombre de la comunidad, ubicación (geográfica), población, fecundidad, mortalidad, migración, lenguaje indígena, religión, educación, servicios de salud, discapacidad, estado conyugal, empleo, hogares, vivienda, entre otros, se obtuvo del XII censo general de población y vivienda 2000 y del conteo de población 2005 del INEGI (INEGI, 2010c). Esta información integra más de 130 indicadores socioeconómicos clasificados por comunidad y por área geoestadística básica (AGEB) para el área de estudio, además de una clasificación de rezago social de los pueblos indígenas (CDI, 2010) presentes en el área de estudio. Respecto a los AGEB's (INEGI, 1992), esta información nos permite conocer como se ha dado la dinámica de población en el área urbana de San Cristóbal de las Casas y cuáles han sido los zonas de mayor incremento poblacional.

Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE)

A partir de julio de 2010, el INEGI publicó los resultados recabados en los Censos Económicos del 2009 a través de su portal de internet. Esta base de datos proporciona información sobre establecimientos de áreas urbanas, que en el caso de la cuenca de estudio corresponden a la ciudad de San Cristóbal de las Casas y San Juan Chamula. Esta capa, contiene datos de identificación tales como: nombre de la unidad económica, razón social, clase de actividad, estrato de personal ocupado y tipo de unidad. Además, se identifica a cada actividad con un código de clase de actividad, con base al Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (INEGI, 2008).

Límites de región hidrológica, cuencas, subcuencas y microcuencas

La información en estas capas se obtuvo a partir de los archivos electrónicos en formato .shp para la República Mexicana que fueron realizados por el Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) en los que se encuentran delimitadas las regiones hidrológicas, cuencas, subcuencas y microcuencas. En cada una de estas capas se tienen atributos de nombres, claves, superficie y perímetro de polígonos. Solamente en el caso de las microcuencas se tiene el código formado por las claves de la región hidrológica, cuenca, subcuenca y microcuenca. La delimitación de esta información de verificó y modificó con la información de topografía, específicamente con la capa de curvas de nivel.

1. Conducción de agua.- Formado por una sola capa de líneas que contiene información que puede ser clasificada en las dos categorías siguientes:

2. Infraestructura hidráulica: como su nombre lo indica contiene información de infraestructura para conducción o almacenamiento de agua a diferentes volúmenes desde la presa como estructura para almacenamiento de agua hasta la conducción por medio de canales y acueductos.

3. Escurrimientos: esta capa está conformada por las corrientes de agua intermitente y corrientes de agua perene, formando así la red de drenaje superficial del área de estudio.

Geología

La información de geología o tipos de roca fue obtenida a partir de productos temáticos digitales escala 1:250,000 del INEGI Serie II (INEGI, 1990b y 2005b) que originalmente tienen una proyección ITRF92 y fueron reproyectadas a UTM WGS84, que corresponde a la información del SIG. El área de estudio corresponde a la superficie delimitada por la carta E1511. La información geológica se representa en función de tres formas vectoriales: puntos, líneas y polígonos.

- Puntos: Esta capa contiene localizaciones puntuales de bancos de material, manantiales, minas, catas, rumbos y echados de flujo de rocas ígneas y foliación.
- Líneas: Para construir esta capa se digitalizaron las estructuras lineales que representan fracturas, diques y fallas naturales, considerando la longitud de cada una.
- Polígonos: Esta capa clasifica las áreas con base en su origen y sucesión geológica, primaria y secundaria de acuerdo con la clasificación de INEGI.

Edafología

Las superficies por tipo de suelo han sido clasificadas por INEGI en base a FAO/UNESCO/1968 y modificada por la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) en 1970 (INEGI, 2009). Esta información se complementó con características de fase física (lítica, lítica profunda, pedregosa y pedregosa profunda), fase química (salinidad y sodicidad) y textura (fina, media o gruesa) (INEGI, 1990a), además de la superficie que comprende cada clasificación. La información fue obtenida a partir de productos temáticos digitales escala 1:250,000 del INEGI

Serie II que originalmente tienen una proyección ITRF92 y fueron reproyectadas a UTM WGS84, que corresponde a la información del SIG. El área de estudio corresponde a la superficie delimitada por la carta E1511.

Uso de suelo y vegetación

De la misma forma que la información anterior, los atributos que forman parte de esta capa temática corresponden a delimitaciones superficiales de uso de suelo y vegetación y asociaciones a estos usos con escala 1:250,000. La serie I corresponde a información de cubrimientos de fotografía aérea generada en la época de los 80's, la serie III es información de imagen de satélite LANDSAT 1992 y 1993, interpretando la información de uso de suelo y vegetación en 1994, y la serie III corresponde a información de satélite LANDSAT 2002 interpretada en 2004. Los atributos o información asociada a los polígonos de cada capa temática se interpretaron en base a la información del INEGI (2005a).

CONCLUSIONES

La información presentada en este escrito permite tener elementos para conocer la dinámica espacial de la información geográfica temática existente (edafología, geología, uso de suelo y vegetación, etc.), a fin de proponerse como una herramienta para la gestión y manejo de los recursos naturales, ya que de manera virtual se puede manipular y editar capas temáticas para simular acciones encaminadas al manejo de estos recursos.

En el caso específico de este estudio el SIG es una herramienta eficaz para ubicación de sitios de muestreo (áreas de dendrocronología y calidad de agua) ubicación de superficies que contengan características específicas para determinar acciones de manejo (área de recursos naturales y socioeconomía) por medio de la ubicación de características de suelo, pendiente, clima, delimitación de ejidos etc., que permitan el desarrollo óptimo de la especie seleccionada o tipo de suelo. Por lo anterior, esta herramienta constituye un apoyo a las demás áreas de trabajo del proyecto para mejorar la perspectiva del análisis de la información existente y generada a través de muestreos de campo.

Es importante delimitar que esta información es válida en función de la periodicidad con que se actualice, debido a que corresponde a un diagnóstico de los recursos naturales al momento de realizarse el estudio, es decir, que las condiciones del recurso, principalmente por el cambio de

uso de suelo, serán diferentes en el corto y mediano plazo, y esto puede derivar en una cambio de toma de decisión para un problema planteado.

BIBLIOGRAFÍA

Alonso S., F. 2004. SIG aplicados al análisis y cartografía de riesgos climáticos. Métodos y técnicas de análisis de riesgos climáticos II curso de verano de la Asociación española de climatología 70 pp.

Clarke K. C, L. S Mc Lafferty and B. J Tempalski. 1996. On Epidemiology and Geographic Information Systems: a review and discussion of future directions. Emerg Infect Dis. Apr-Jun; 2(2):85-92.

Comisión Nacional del Agua (CNA). 2010. Información revisada en http://www.cna.gob.mx/Contenido.aspx?id=a4e5bf84-4e9b-4e3a-8958-593f1a678578|Localizador de aprovechamientos|0|0|45|0|0 en octubre de 2010. La ruta para acceder al localizador REPDA es: ingresar a la página de CNA, trámites y servicio, derechos de agua (repda), localizador de aprovechamientos, acceso al sistema LOCREPDA.

Comisión Nacional para el desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI). 2010. Información revisada en http://www.cdi.gob.mx/ en agosto de 2010.

Environmental System Research Institute, Inc. (ESRI). 1995. Understanding GIS. The ARC/INFO Method. Self –study workbook. USA pp 529.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1990a. Guías para la interpretación de cartografía. Edafología. Aguascalientes, México. 48 pp.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1990b. Guías para la interpretación de cartografía. Geología. Aguascalientes, México. 32 p.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1992. XI Censo General de población y vivienda, 1990. Resultados definitivos por AGEB urbana. Aguascalientes, México.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2005a. Guías para la interpretación de cartografía. Topografía. Aguascalientes, México. 21 pp.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2005b. Guías para la interpretación de cartografía. Uso de suelo y vegetación. Aguascalientes, México. 89 pp.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2008. Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte. Tercera Edición. Aguascalientes, México. 648 pp.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2009. Diccionario de datos edafológicos. Serie II. Aguascalientes, México. 35 pp.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2010b. Información revisada en http://gaiga.inegi.org.mx/mdm5/ en agosto de 2010.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2010c. Información revisada en www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/default.aspx en octubre de 2010.

Richards, T. B, C. M. Croner, G. Rushton, C.K Brown and L. Fowler. 1999. Geographic Information Systems and public health: mapping the future. Public Health Rep. Jul-Aug; 114(4):359-60.

Thiruvengadachari S. 2004. Spatial data sets in hydrology project. Hydrology Project, World Bank.

CARACTERIZACIÓN Y DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* DE RESIDUOS DE LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES CON POTENCIAL PARA LA ALIMENTACIÓN EN BOVINOS

Reveles Saucedo Fanny Olivia[1*], Serna Campos Nadjeli Gabriela[1], Carrete Carreón Francisco Oscar[1*], Rosales Serna Rigoberto[2], Häubi Segura Carlos Urban[3], Murillo Ortiz Manuel[1] y Rodríguez Flores Santos

[1]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. Carretera Durango-El Mezquital km 11.5. Tel. (618)818-9932.
[2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Carretera Durango-El Mezquital km 4.5. Durango, Dgo. C. P. 34170. Tel. (618)826-0426.
[3]Centro de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Aguascalientes. Jesús María, Ags.
*fannyors@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

La falta de finalización de los bovinos sacrificados en el Estado de Durango se debe primordialmente al incremento en los costos del forraje, escasez de alimento en el potrero y altos precios de los suplementos nutritivos, derivando así el interés por identificar insumos alternativos. La creciente producción de biodiesel y etanol (Bondt y Meeusen, 2008; Ramos et al., 2009) pueden generar residuos con potencial para utilizarse como alimento animal (Ortíz-Cañavate, 1994). En la región se han emprendido algunos estudios (Reveles *et al.,* 2010) cuyo objetivo ha sido el identificar insumos locales para la producción de biocombustibles líquidos, que además de complementar el uso de los hidrocarburos fósiles derivados del petróleo (Meng *et al*., 2009), los subproductos generados, adquieran un valor agregado como alimento animal en bovinos. En esta búsqueda de insumos con doble propósito, es necesario identificar especies silvestres y cultivadas que permitan eficiencia en su utilización sin decremento del medio ambiente. En nuestro Estado, existen especies ruderales, arvenses, ornamentales y cultivadas que son subutilizadas debido al desconocimiento de los componentes químicos de sus órganos. Estas plantas representan una fuente alternativa e importante de grasas, hidratos de carbono y proteínas. Las grasas y los aceites son la materia prima para la producción de biodiesel (Knothe, 1999; Meng *et al.,* 2009), los carbohidratos solubles para la obtención del etanol (Mathews et al., 2002; Conn *et al*., 2005) y los componentes proteicos y energéticos son de importancia en la nutrición animal (Church *et al.,* 2004). De las especies evaluadas por Reveles y colaboradores (2010), con alto contenido de grasa y potencial para la producción de biodiesel se encontraron: el chicalote (*Argemone* spp.), la higuerilla (*Ricinus communis*), la calabacilla loca (*Cucurbita foetidissima*), el girasol (*Helianthus annuus*) y la canola (*Brassica napus*); mientras que las especies con alto contenido de carbohidratos solubles y potencial para la producción de etanol fueron: mezquite (*Prosopis laevigata*), sorgo dulce (*Sorghum bicolor*),

frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y huizache (*Acacia* spp.). Aunque estas especies presentaron componentes de interés para la producción de biocombustibles, es necesario evaluar su uso como ingredientes dietarios. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue caracterizar nutricionalmente y evaluar la digestibilidad *in vitro* de los residuos derivados de la producción de biocombustibles líquidos en Durango.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se desarrolló en la unidad metabólica del Centro de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Aguascalientes y en el laboratorio de nutrición animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Se utilizaron los residuos de la extracción de aceite en semillas de higuerilla (*Ricinus communis*), chicalote (*Argemone spp*.), canola (*Brassica napus*), girasol (*Helianthus annuus*) y calabacilla loca (*Cucurbita foetidissima*) para la producción de biodiesel; así como residuos de la extracción de carbohidratos solubles de sorgo dulce (*Sorghum bicolor*), vaina de mezquite (*Prosopis laevigata*), semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris L*.) y huizache (*Acacia spp*.) utilizados en la elaboración de etanol.

Para la caracterización de los residuos se realizaron los análisis químicos por triplicado descritos por la A.O.A.C (1990) y las fracciones de fibras detergentes (Van Soest y colaboradores, 1991). Para los análisis de digestibilidad *in* vitro de la materia seca, el líquido ruminal se extrajo de dos bovinos hembras fistuladas del rumen (700 Kg de peso), alimentadas con avena y pradera irrigada mixta con *Lolium perenne* y trébol. Se depositaron 0.25 g de muestra en bolsas filtro de poliester/polietileno multicapa (ANKOM Technology, F-57, dimensiones de 5X4 cm y tamaño de poro de 25 µm). Se sellaron con calor, fueron incubadas a 39ºC por 48 h en el equipo Daisy^{II} (ANKOM Technology, Fairport, NY-USA, 2011) y se siguió el protocolo recomendado por el fabricante con ocho repeticiones por muestra.

Los datos de caracterización y digestibilidad de los residuos se analizaron con un diseño completamente al azar, con tres y ocho repeticiones por especie, respectivamente. El análisis de varianza para todas las variables se obtuvo mediante el comando PROC GLM del programa estadístico SAS® (2003) y la comparación de medias se realizó con base en la diferencia significativa de Tukey (DST).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron diferencias altamente significativas ($p<0.01$) entre las especies para todas las variables consideradas (Cuadro 1). El valor significativamente más alto de digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) se observó en frijol (94.8 %), seguido de canola (85.1 %), girasol (73.0 %), huizache (72.0 %) y calabacilla loca (70.9 %). Las digestibilidades menores fueron presentadas por el sorgo dulce (68.2 %), higuerilla (60.9 %), mezquite (49.0 %) y chicalote (38.6 %). Estos valores de digestibilidad, pueden ser explicados por el contenido de nutrimentos de dichas especies. En el caso del chicalote, éste mostró el valor más alto de materia inorgánica (MI) con un 8.8 % en base seca, seguido del girasol (7.0 %), calabacilla loca (6.8 %) y canola (6.3 %). Estas especies oleaginosas presentaron así, el mayor contenido de minerales, en comparación del resto de los residuos pertenecientes a las familias de gramíneas y leguminosas.

Cuadro 1. Caracterización nutricional y digestibilidad verdadera *in vitro* de residuos obtenidos en la extracción de insumos para la producción de biocombustibles líquidos en Durango

Especie	MI	PC	GC	FDN	FDA	LDA	DVIV*
			% MS				
Mezquite	3.3^{d}	15.5^{d}	1.3^{e}	53.2^{b}	43.6^{b}	9.0^{cd}	49.0^{e}
Huizache	2.7^{d}	16.0^{d}	0.8^{ef}	32.7^{cd}	16.6^{e}	2.3^{fg}	72.0^{c}
Frijol	3.2^{d}	17.7^{d}	0.6^{f}	54.6^{b}	11.7^{f}	0.4^{g}	94.8^{a}
Girasol	7.0^{b}	42.5^{a}	7.3^{bc}	39.5^{c}	26.3^{d}	8.3^{d}	73.0^{c}
Chicalote	8.8^{a}	23.5^{c}	3.8^{d}	63.2^{a}	56.4^{a}	30.4^{a}	38.6^{f}
Canola	6.3^{b}	36.6^{b}	6.8^{d}	29.6^{d}	16.5^{e}	5.8^{e}	85.1^{b}
Calabacilla Loca	6.8^{b}	45.1^{a}	7.7^{b}	39.4^{c}	27.7^{d}	11.1^{c}	70.9^{c}
Higuerilla	4.6^{c}	24.5^{c}	18.8^{a}	38.6^{c}	33.5^{c}	27.3^{b}	60.9^{d}
Sorgo dulce	4.3^{c}	3.9^{e}	0.8^{ef}	52.0^{b}	36.2^{c}	4.1^{ef}	68.2^{c}
Promedio	5.2	25.0	5.3	44.7	29.8	11.0	68.1
CV (%)	3.5	4.9	2.9	4.2	3.1	5.0	4.6

$^{a-f}$Literales diferentes en la misma columna expresan diferencias significativas ($p<0.05$) ó *altamente significativas ($p<0.01$); MI=materia inorgánica; PC=proteína cruda; GC=grasa cruda; FDA=fibra detergente neutra; FDA=fibra detergente ácida; LDA=lignina digestión ácida; DVIV=digestibilidad *in vitro* de la materia seca CV= coeficiente de variación.

El contenido de proteína cruda fue mayor en los residuos de calabacilla loca (45.1%) y girasol (42.5 %), valores diferentes a la canola (36.6 %) y demás residuos. Estos resultados colocan a

la calabacilla loca de origen silvestre, a la par en contenido proteínico respecto a las especies cultivadas girasol y canola, aunque faltan estudios de su valor biológico y contenido de aminoácidos. Tal como se encuentra en la naturaleza, se sabe que la calabacilla loca no es apetecible para los bovinos, pero en el presente trabajo, los porcentajes de digestibilidad *in vitro* de los residuos de calabacilla loca (70.9 %) y girasol (73.0 %) fueron estadísticamente similares entre sí. Estos resultados pueden inducir el interés de evaluar la producción y uso sustentable de esta especie como materia prima para la extracción de aceite (insumo para la producción de biodiesel) y del subproducto obtenido, como ingrediente dietario.

En los residuos de higuerilla y chicalote, también se presentaron valores de proteína superiores al 20 % en base seca. No obstante, las DIVMS de estas especies fueron bajas, especialmente los residuos provenientes del chicalote (38 %), por lo que esta especie no presentó potencial como ingrediente dietario. El sorgo fue la especie con el menor y diferente contenido de PC (3.9 %), aunque su valor como ingrediente dietario es su aporte de fibra en las dietas. El contenido más alto de grasa se observó en las especies oleaginosas como la higuerilla (18.8 %), seguida de calabacilla loca (7.7 %), girasol (7.3 %) y canola (6.8 %). Estos contenidos de lípidos permiten inferir sobre la eficiencia de extracción de aceites a las que fueron sometidas las especies, y que su presencia también pudo tener un efecto sobre la DIVMS.

Se presentaron residuos con alto contenido de carbohidratos estructurales, donde el chicalote tuvo 63.2 % de FDN, valor mayor y diferente al resto de las especies. Le siguió el frijol (54.6 %), mezquite (53.2 %) y sorgo dulce (52.0 %). A pesar del contenido alto de FDN del frijol, éste obtuvo la mayor y diferente DIVMS en comparación del resto de los residuos evaluados lo que comprueba el aprovechamiento de sus componentes nutricios por los microorganismos ruminales presentes en la fermentación *in vitro* realizada. Su bajo valor de FDA (11.7 %), alto contenido (17.7 %) y digestibilidad de PC, así como la presencia de carbohidratos no fibrosos influyeron en su exitosa digestibilidad *in vitro*.

El contenido de FDA fue mayor en los residuos del chicalote (56.4 %), mezquite (43.6 %) y sorgo dulce (36.2 %). Al ser sometidas estas especies a procesos de extracción del aceite, azúcares y otros compuestos, se incrementó la proporción de la testa proveniente de la semilla, la cual está constituida principalmente de cutícula, compuestos fenólicos, pectinas, celulosa y otros componentes de difícil digestión. En otras especies se puede mencionar la lignificación del pericarpio y endocarpio, como el caso de la vaina de mezquite; así como de las fibras y tejido epidérmico del tallo en sorgo dulce. El valor más bajo de FDA fue registrado en el frijol (11.7 %), canola (16.5 %) y huizache (16.6 %). Lo anterior, se relacionó con la baja eficiencia en la obtención de carbohidratos (almidón) mediante el extracto acuoso realizado en frijol y huizache.

El contenido de lignina en detergente ácido fue mayor en chicalote (30.4 %) e higuerilla (27.3 %). Esta característica influyó negativamente en la digestibilidad de los residuos obtenidos después de la extracción de grasa en dichas especies.

CONCLUSIONES

El contenido de proteína cruda fue el más alto en los residuos de la calabacilla loca (similar a la especie cultivada del girasol), por lo que se recomiendan estudios de su valor biológico y perfil de aminoácidos. El residuo proveniente del frijol presentó la mayor y diferente DIVMS (94.8 %). Los residuos de huizache y calabacilla loca tuvieron DIVMS similares a especies cultivadas como son el girasol y sorgo dulce, pero faltan estudios de su palatabilidad y efecto sobre parámetros productivos en ganado bovino. Los residuos de higuerilla y chicalote, también presentaron contenidos de proteína cruda mayores al 20%, no obstante, las DIVMS de estas especies fueron bajas, especialmente los provenientes del chicalote (38.0%), por lo que esta especie no presentó potencial como ingrediente dietario. En Durango existen materias primas que tienen potencial para la producción de biocombustibles y alimento para el ganado, sin comprometer cultivos básicos en la alimentación humana.

BIBLIOGRAFÍA

ANKOM. 2011. *In vitro* true digestibility using the DAISY incubator. ANKOM Technology- 08/05. Documento en línea consultado el 16 de diciembre de 2011. http://www.ankom.com/media/documents/IVDMD_0805_D200.pdf.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Arlington, VA. Consultado en línea el 14 de diciembre de 2009.

Bondt, N. and Meeusen, M.J.G. 2008. The use of by-products from the Dutch food and beverage industry for the production of animal feeds o bio-ethanol and biodiesel. Rapport-Landbouw-Economisch-Institut-LEI, (3.08.01):43.

Church, D.C.; Pond, W.G.; Pond, K.R.; 2004. Chapters 2, Nutrición Animal: Importancia en la agricultura moderna y en la sociedad; 3, The gastro-interstinal tract and nutrition; 4, Measurement of nutrient utilization and requirements of animals; 18, Feedstuffs for animals. In: Basic animal nutrition and feeding. 5th. printing. Pringter O & B Books. 14-35, 215-249 pp.

Conn, E.E.; Stumpf, P.K.; Bruening, G.; Doi, R.H. 2005. Capítulo 10 Carhobidratos I: Glicolisis en: Bioquímica Fundamental. 4ª ed. Editorial Limusa. 365-378 pp.

Knothe, G. 1999. Analysis of biodiesel fuel and monitoring progress of the transesterification reaction by fiber-optic near infrared spectroscopy. Asae/csae-scgr-Annual-International-Meeting, Toronto, Ontario Canada. 18-21 (July):7 p.

Mathews, C.; Holde, K.E.; Ahern, K.G. 2002. Capítulo 13. Metabolismo de los hidratos de carbono I: Procesos anaerobios en la generación de energía metabólica. En: Bioquímica. 3a. Ed. Editorial Pearson Addison Wesley. 501-519 pp.

Meng, X.; Yang, J.; Xu, X.; Zhang, L.; Nie, Q.; Xian, M. 2009. Biodiesel production from oleaginous microorganisms. Renewable Energy. 34(1):1-5.

Ortíz-Cañavate, J. 1994. Characteristics of different types of gaseous and liquid biofuels and their energy balance. Journal of Agricultural Engineering Research. 59(4):231-238.

Ramos, M.J.; Fernández, C.M.; Casas, A.; Rodríguez, L.; Pérez, A. 2009. Influence of fatty acid composition of raw material on biodiesel properties. Bioresource Technology. 100:261-268.

Reveles S., F. O.; R. Rosales S.; C. A. Nava B.; E. Delgado L.; E. I. Cuéllar R.; F. O. Carrete C.; J. C. Ríos S. 2010**.** Identificación de especies vegetales con potencial para la producción de biocombustibles líquidos en Durango, México**.** Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 1: 45-54.

SAS 2003 SAS User's Guide (Release 9.1): SAS Inst., Inc., Cary, NC.

Van Soest, P.J.; Roberson, J.B. and Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74:3583-3597.

ESTIMACION DE LA BIOMASA HERBACEA EN AGOSTADEROS CON BASE A SU COBERTURA DETERMINADA EN FOTOGRAFIAS A NADIR

J.J. Valenzuela*, J.J Quiñones, E. Castellanos, U.N. Gutiérrez, J. Puentes, J.J. García, y O. Gutiérrez

Universidad Juárez del Estado de Durango-Facultad de Agricultura y Zootecnia,
Venecia, Gómez Palacio, Durango, México. *autor para correspondencia Email: jjvalenzu@gmail.com.

INTRODUCCION

Existe una necesidad por información cuantitativa en la habilidad de los pastizales y matorrales para sustentar sus funciones ecológicas básicas (producción de sólidos, infiltración de agua) y producir servicios de ecosistema (National Research Council 1994, Herrick *et al*. 2010). En los ecosistemas de los pastizales, las medidas básicas de cantidad y distribución de vegetación y suelo, cobertura basal son usuales indicadores para asesorar las funciones del ecosistema y monitorear el cambio a través del tiempo. La cantidad y distribución de espacios en la cantidad de vegetación es un particular indicador de los múltiples procesos que se dan en el pastizal, tales como la erosión causada por el viento y por el agua, la sustentabilidad de los hábitats y la vida salvaje, y la susceptibilidad a las plantas invasoras (Karl, Duniway, Scott. 2012).

(Moreno 2011) nos menciona que en los últimos 150 años la cobertura herbácea de los pastizales se ha reducido a menos del 15% de su cobertura histórica, principalmente por el uso no sustentable de los pastizales, por cambio de uso de suelo, así como por otras causas como el cambio climático, entre otras. Las tierras de pastizal como base de la alimentación del ganado deben ser protegidas, conservadas y en su caso restauradas principalmente aquellos que han sido severamente sobreexplotados para que así puedan mantener su importante papel en la recarga de acuíferos, la captura de carbono y la conservación de la biodiversidad.

El avanzado grado de deterioro de las tierras de pastizal en México obliga a las instituciones involucradas en el aprovechamiento de estas, a hacer monitoreos frecuentes de los atributos de la vegetación para valorar los cambios y tomar las decisiones pertinentes para los problemas que se detecten, sin embargo esta tarea se dificulta con el uso de técnicas convencionales ya que los cambios de estado de los recursos naturales ocurren cada vez a velocidades mayores (Sánchez 2008). Por ello es necesario encontrar una forma rápida y económica de determinar la producción y disponibilidad de la biomasa a lo largo del año.

Los avances en las tecnologías computacionales, el uso de los sensores remotos y el uso de los satélites para monitorear el aprovechamiento de los recursos naturales nos brindan la oportunidad de analizar técnicas alternativas de bajo costo para lograr un equilibrio entre la

oferta y la demanda del alimento para el ganado en las tierras de pastizal, además de que permiten detectar a tiempo y quizás predecir los cambios que presenten estas tierras y por consecuencia actuar conforme sea necesario.

La cobertura vegetal es frecuentemente utilizada como una de las variables para valorar el impacto del pastoreo o de laguna practica de mejoramiento, si pudiéramos estimar la cobertura, con una razonable precisión, mediante fotografías digitales reduciríamos el tiempo requerido y cubriríamos amplias extensiones de tierra (López 2008).

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El presente trabajo se realizó en dos predios de agostadero, uno del estado de Durango, Apantita; y otro del estado de Coahuila, Barreal de Guadalupe. Formando parte de un estudio de mayor amplitud que lleva por nombre “Sistema de Monitoreo Terrestre Orientado a la Ganadería”, del cual forman parte diversas instituciones de educación superior así como también de investigación.

El predio de Apantita se ubica en el municipio de San Pedro del Gallo, en el estado de Durango, entre los paralelos 25° 42´ lat. N y los meridianos 104° 18´ Long. E, a una altitud aproximada de 1700 m.s.n.m. A éste se llega a través de la carretera estatal Bermejillo – La Zarca, cortando a San Pedro del Gallo a la altura del km 70. Cuenta con una superficie de 371 ha. El campo se ubica en el área de transición entre los matorrales áridos y los pastizales medianos abiertos de las cuchillas de la Zarca. Pertenece a la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED y se utiliza como campo experimental (Esquivel 2011).Debido a las dimensiones requeridas para el SPM y la orientación y dimensiones del predio, parte del SPM quedó dentro del ejido 5 de Mayo (EM 1, 2, 6 y 7) colindante con el predio.

El predio barreal de Guadalupe se encuentra situado en la localidad del mismo nombre dentro de la reserva ecológica municipal sierra y cañón de jimulco. Se localiza en las coordenadas 24°59´ 844” lat. N. y 103° 31´ 674” Long. E. a una altitud promedio de 1374 m.s.n.m. Es un predio árido, del desierto chihuahuense con precipitaciones promedio de 200mm anuales y la vegetación xerófila típica del mismo (Blanco, et al. 2007).

Metodología

El esquema de levantamiento de datos radiométricos y biomasa se realizó en Sitios Permanentes Muestreo (SPM) de 225 ha (1.5 km x 1.5 km) (Figura 1). Los SPM fueron establecidos de acuerdo a criterios de representatividad y homogeneidad de la vegetación, así

como un fácil acceso a los predios, esto en cuestión a la temporada de lluvias. En los cuales a su vez se establecieron 9 Estaciones de Muestreo (EM), cada una de 1 ha (100 m x 100 m). Con el objeto de llevar un mejor control, las EM se enumeraron de Norte-Sur y de Este-Oeste. Las Estaciones de Muestreo (EM) son sub-sitios de 1 ha (100 m x 100 m) en cuyo interior se distribuyeron 17 Puntos Generales de Muestreo (PGM), separados a 12.5 m entre sí. En cada cuadrante se estableció un punto denominado Punto de Muestreo de Biomasa (PMB).

Para el recorte y la clasificación de imágenes se utilizó el método descrito en el manual del (SIMTOG 2011)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Modelos de regresión y correlación lineal simple

Apantita

Primera medición. Realizada el día 26 de abril del 2011, todavía dentro del periodo seco del año, durante la primera medición se obtuvieron solamente once pares de datos biomasa-cobertura de los 36 posibles, los cuales generaron el diagrama de dispersión de la Figura 7 y el modelo (**$\hat{Y} = 3.552 + 0.3406x$)**. Aunque se percibe una tendencia en esta figura y el modelo de regresión es estadísticamente significativo ($P < 0.05$), ocurre una amplia dispersión de los puntos en los valores bajos de biomasa y cobertura, por consiguiente, los parámetros de valoración del modelo son relativamente bajos ($r = 0.7704$ y $r^2 = 0.5936$). Sin embargo, se pueden percibir al menos dos tendencias en los puntos de la Figura anterior, una en la parte superior que pudiera ser considerada de alta producción, o con la misma producción con cobertura igual, y otra de baja producción, con menores niveles de producción con igual o mayor cobertura.

Los valores de r y r^2 para la primera de estas líneas (**$\hat{Y} = -7.1427 + 0.5512x$**) fueron **0.9878** y **0.9939** ($P < 0.05$), (Figura 8) (cuadro 3 del apéndice), aunque solamente con 5 pares de observaciones. A través de este modelo los parámetros son bastante mejorados, La diferencia entre ambos modelos parece radicar en las diferencias que existe entre unidades de muestreo en altura de la biomasa, la cual sería una consecuencia de la composición botánica y/o el nivel de pastoreo, por lo que en algunas unidades con cobertura semejante presentarían diferente valor de biomasa.

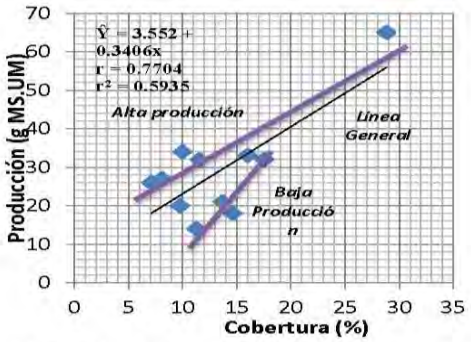


Figura 1. *Diagrama de dispersión del modelo de regresión lineal para la primera medición del SPM de Apantita Durango. Las líneas corresponden a las tendencias de los puntos, general (linea delgada) individuales (líneas gruesas).*

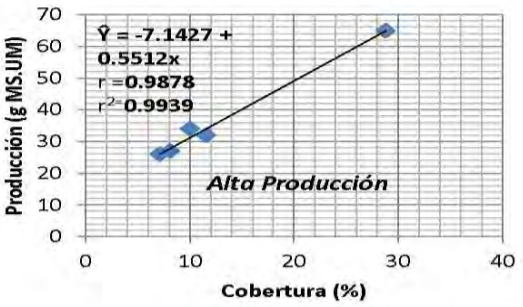


Figura 2. *Diagrama de dispersión para 5 pares de valores biomasa-cobertura en el SPM Apantita durante la primera fecha de medición (26 Abril de 2011).*

Tercera medición. La Figura 13 nos muestra el diagrama de dispersión generado a través de los 29 pares de datos biomasa-cobertura obtenidos en el mes de julio, durante la tercera medición. En dicha figura se aprecia la línea general de tendencia, cuyo modelo **Ŷ = 2.4508 + 0.0693x** es estadísticamente significativo (P < 0.05) (Cuadro 8 del Apéndice), pero también podemos observar que ocurre una amplia dispersión de los puntos, por lo que los parámetros de valoración son bajos **(r = 0.5881 y r^2 = 0.3458).** Aunque se observan por lo menos tres tendencias, una de alta producción, una de mediana producción y una de baja producción, con igual o mayor cobertura que la línea de alta producción.

Para la primera línea mencionada, el modelo de regresión fue: **Ŷ = - 3.4866 + 0.0797x,** estadísticamente significativo (P < 0.05) (Cuadro 9 del Apéndice), con parámetros de valoración del modelo **(r^2 = 0.9997 y r = 0.9998),** aun cuando solo fue realizada con tres pares de datos biomasa-cobertura (Figura 14). Lo mismo ocurrió para los siguientes dos modelos, el de la segunda línea **(Ŷ = 0.3950 + 0.0979x)** (P < 0.05) (Cuadro 10 del Apéndice) dio como resultados **r^2 = 0.9832 y r = 0.9910** (Figura 15). Y para el de la línea de baja producción se obtuvieron resultados de r^2 = **0.9769 y r = 0.9860,** bajo el modelo **(Ŷ = 0.3958 + 0.0979x)** (P < 0.05) (Cuadro 11 del Apéndice) (Figura 16). Esto debido tal vez a las diferencias que existe entre unidades de muestreo en altura de la biomasa, la cual sería una consecuencia de la composición botánica y/o el nivel de pastoreo, por lo que en algunas unidades con cobertura semejante presentarían diferente valor de biomasa.

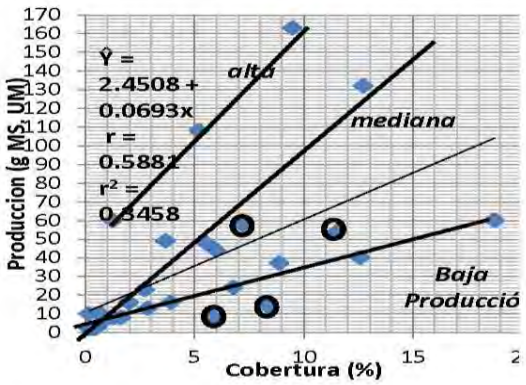


Figura 3. Diagrama de dispersión del modelo de regresión lineal para la tercera medición del SPM de Apantita Durango. Las líneas corresponden a las tendencias de los puntos, general (línea delgada) individuales (líneas gruesas). Los puntos en los círculos son los considerados outlyings en esta medición durante la separación de puntos.

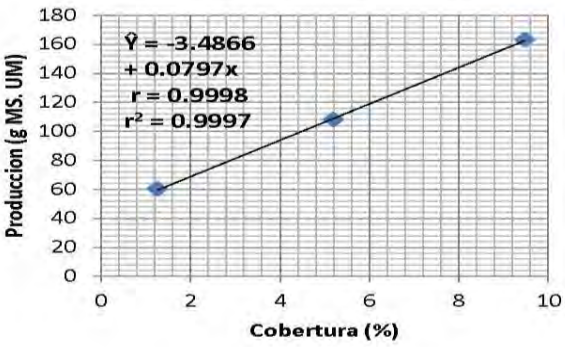


Figura 4. Diagrama de dispersión para 3 pares de valores biomasa-cobertura en el SPM Apantita durante la tercera fecha de medición (29 Julio de 2011).

Cuarta medición. El diagrama de dispersión que se observa en la Figura 17 se obtuvo a través de 31 pares de datos biomasa-cobertura en el mes de septiembre, durante la cuarta fecha de medición, del SPM Apantita Dgo. En dicha medición se obtuvo el mayor número de datos, 31 de los 36 posibles, esto debido a que la medición se realizó ya en el periodo de lluvias del año 2011. En dicho diagrama podemos observar cierta tendencia.

Además de que el modelo de regresión **($\hat{Y}$ = 1.2065 + 0.0616x)** es estadísticamente significativo ($P < 0.05$) (Cuadro 12 del Apéndice), también se observa una amplia dispersión de los puntos. Esto influyó para que los parámetros de valoración resultaran bajos **($r = 0.6965$ y $r^2 = 0.4852$)**. Aunque se pueden distinguir por lo menos tres tendencias: alta, mediana y baja producción, las dos últimas con igual o mayor cobertura que la de la alta producción.

La primera de las líneas de regresión: **$\hat{Y} = 0.8176 + 0.0242x$** ($P < 0.05$) (Cuadro 13 del Apéndice) presentó valores de **$r^2 = 0.9462$** y **$r = 0.9727$)** (Figura 18). Por lo que en este modelo los estadísticos fueron mejorados. Lo mismo ocurrió para los dos modelos siguientes, el de la línea de mediana producción **($\hat{Y} = -1.7343 + 0.1299x$)** ($P < 0.05$) (Cuadro 14 del Apéndice), con resultados **($r^2 = 0.9798$ y $r = 0.9898$)** (Figura 19). Para la línea de baja producción con el modelo **($\hat{Y} = 0.0142 + 0.1699x$)** ($P < 0.05$) (Cuadro 15 del Apéndice), se obtuvieron resultados **($r^2 = 0.9851$ y $r = 0.9925$)** (Figura 20). Esto debido tal vez a las diferencias que existen entre unidades de muestreo en altura de la biomasa, la cual sería una consecuencia de la

composición botánica y/o el nivel de pastoreo, por lo que en algunas unidades con cobertura semejante, éstas presentarían diferente valor de biomasa.

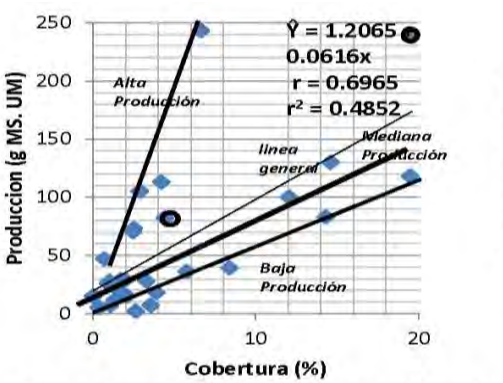


Figura 5. Diagrama de dispersión del modelo de regresión lineal para la cuarta medición del SPM de Apantita Durango. Las líneas corresponden a las tendencias de los puntos, general (línea delgada) individuales (líneas gruesas). Los puntos en los círculos son los considerados outlyings en esta medición durante la separación de puntos.

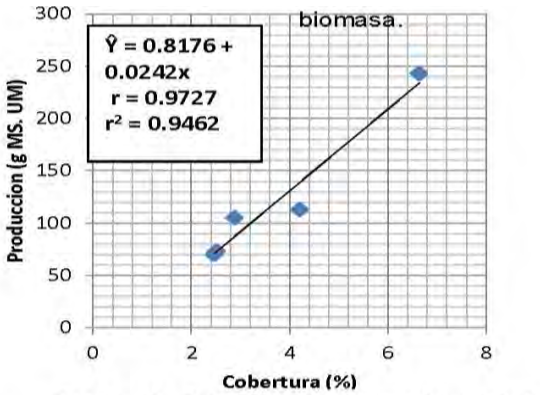


Figura 18. Diagrama de dispersión para 5 pares de valores biomasa-cobertura para alta producción en el SPM Apantita durante la cuarta fecha de medición (13 Septiembre de 2011).

CONCLUSIONES

Los modelos de regresión muestran que es factible estimar el peso seco de la biomasa forrajera del pastizal, mediante el uso de técnicas de regresión y correlación, con la cobertura como variable independiente y estimada a partir de fotografías a nadir en unidades de muestreo de aproximadamente 2.0 m^2.

Los diagramas de dispersión evidencian que los mejores modelos de regresión para estimar la producción forrajera, a partir de la cobertura vegetal, son los lineales.

Sin embargo, antes de considerar una diferenciación de los datos con base a la productividad espacial, los modelos evidenciaron una relativamente baja capacidad predictiva, lo cual fue mejorado mediante dicha diferenciación.

A pesar de los excelentes valores de los coeficientes de determinación obtenidos con la selección de los datos por niveles de productividad espacial, es necesario tener precaución con los modelos que incluyeron pocos pares de datos, mientras no sean validados con una mayor cantidad de observaciones.

BIBLIOGRAFÍA

Benett, L.T; Judd, T.S. y Adams M.A. 2000. Close-range vertical photography for measuring cover changes in perennial grasslands. Journal of Range Management 53(6) 634-641.

Branson, A.F; G.F. Gifford; K.G. Renard, y R.F. Hadley. 1981 Range Science Series. No. 1. Second Edition. Rangeland Hydrology. Society For Range Management. Kendall/Hunt Publishing Company

Canfield H.R. 1941. Application of the Line Interception Method in Sampling Range Vegetation. J. Forestry. 39 (4): 333-394.

Cantú, B. J.B. 1990. Manejo de Pastizales 2ª Ed. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Unidad Laguna, Torreón, Coahuila, México. 289pp.

Casiano, M. D., y M. Bolaños. 2010. Manual de Campo para el Sistema Nacional de Monitoreo Satelital Orientado a la Ganadería SIMSOG. Texcoco, México. 30 pp.

Esquivel, E.R.A: 2011. Siembra del zacate navajita (*bouteloua gracilis*) en tres sitios de pastizal del estado de Durango. Tesisi profesionaldepartamento de zootecnia UJED FAZ 27 pp.

Gong P; Biging G.S. and Standiford R. 2000. Use of a digital surface model for Hardwood rangeland monitoring. Journal of Range Management. 56(6):622-626.

Gutiérrez A. J. L. 1991. Nutrición de rumiantes en agostadero. Colección de textos universitarios Universidad Autonoma de Chihuahua 299 pp.

Infante, G.S., y G.P. Zarate de L. 1990. Métodos estadísticos. Un enfoque interdisciplinario. 2ª ed. México: Ed. Trillas 1990 (reimpresión 2010). 643 pp.

Karl J.W., Duniway M.C., and Schrader T. S. 2012 A Technique for Estimating Rangeland Canopy-Gap Size Distributions From High-Resolution Digital Imagery. Rangeland Ecology & Management 65:196–207.

López, S.D. 2008. Evaluación de la Fotografía Vertical Digital Para Estimación de Cobertura Basal de Vegetación Simulada. Tesis de licenciatura Chapingo, Texcoco, México 55pp.

Martínez, R. J. J. 2002.Introducción a la percepción remota y a los sistemas de información geográfica. ISBN 968-6404-33-3. 109 pp

Mendez, A.M; Nuñez, V. 2009. El uso de los sensores remotos en los recursos naturales. Primera parte la fotografía aérea y la fotointerpretación. Universidad Nacional de Salta. Instituto de recursos naturales y ecodesarrollo 126 pp.

Miller, G.T. 1990. Resource conservation and management. Wadsworth Publishing Company, USA.

Moreno, J.H. 2011. Variación en la Disponibilidad de Biomasa Herbácea a Través del Año y su Relación con la Reflectancia Solar en Predios de Agostadero**.** Tesis licenciatura FAZ-UJED. Venecia, Durango, México. 54pp.

Myers, H.R. 1990. Classical and modern regression with applications. Second edition. Duxbury press. United States of America. 488 pp.

Paruelo, J.M; Lauenroth, W; Roset, P. (2000). Technical note: estimating aboveground plant biomass usin a photographic technique. Journal of Range Management 53:190-193

Pompa G. M. 2010. Apuntes de SIG enfocados en ArcGis. ISBN: 978-607-00-3183-0. 135 pp.

Quiñones V. J. J. 2004. Apuntes para la materia de Manejo de Pastizales II. UJED-FAZ. Venecia, Durango, México. 126 pp.

Rebollo, S. Gómez-Sal, A. 2003. Aprovechamiento Sostenible de los Pastizales. Ecosistemas revista científica y técnica de ecología y medio ambiente.

Reyes, C. P. 1990. "Bioestadística Aplicada: Agronomía, Biología, Química" –2ª ed— Mexico: Trillas. 216 pp.

Rodríguez, C.O.E; Arredondo, B.H.A. 2005. Manual para el manejo y procesamiento de imágenes satelitales obtenidas del sensor MODIS de la NASA aplicados en estudios de ingeniería civil. Trabajo de grado. Pontificia Universidad Javerina. Facultad de ingeniería civil. Departamento de ingeniería civil. Bogotá Colombia 2005. 230 pp.

San Joaquín, P.L.E. 2010. Estimación de Coberturas en Taludes de Carretera a Partir del Análisis de Fotografías Digitales. Tesis de maestría Madrid, España. 57 pp.

Spiegel, R.M. 1986. Estadistica, Teoría y 875 Problemas Resueltos. Serie shaum. ISBN: 968-451-066-7. 356 pp.

William, W.H. and Douglas, C.M. Probabilidad y estadística para ingeniería. Tercera edición. Cesa editorial.

Wilson D.A. y Tupper J.G. 1982. Concepts and Factors Applicable to the Measurement of Range Condition. Journal of Range Management 35 (6): 684-689.

Yebenes G.A. y Giner S.A. Clasificacion digital de imágenes por satélite 3º ITT.SE Sistemas de Telemedida 15 pp.

Zuñiga, B. F., G. H. Delfin, P. J. L. Palacio, y C. M. Delgado del C. 2004. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. UNAM-POSGRADO. Primera edición. 507 pp.

APLICACIÓN DE PRODUCTOS DIGITALES EN LA ELABORACION DEL MAPA DE DISTRIBUCION DE *Atriplex canescens* (Purch), EN EL MUNICIPIO DE TLAHUALILO, DURANGO, MÉXICO.

Juan de Dios Quevedo Guillen [1], Juan José Martínez Ríos [1],Antonio Gallegos Ponce[1], Fernando Cabral Valdez [1]

[1] Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Agricultura y Zootecnia. Maestros Investigadores del Programa Educativo de Ingeniero Agrónomo con Especialidad en Fitotecnia
Apartado postal 1-142 en Gómez Palacio, Dgo. jqg36@msn.com

INTRODUCCION

La distribución geográfica de esta arbustiva ha sido estudiada en forma aislada y sin considerar los diferentes factores que caracterizan su distribución (Castellanos, 1985). Sin embargo, es bien sabido que la distribución espacial de algunas de estas plantas está sujeta a varios factores entre los que destacan las propiedades físicas del suelo (textura, estructura y permeabilidad, entre otros) así como las características químicas del mismo, entre las que destacan la salinidad y sodicidad (Schlesinger, 1991).

El desarrollo de un país depende en gran medida de la información que se tenga sobre los recursos naturales disponibles en forma veraz, oportuna y actualizada para estar en condiciones de planear adecuadamente su desarrollo social, económico y cultural (Carrillo, 1994). El aprovechamiento de los recursos naturales debe realizarse en forma racional, conociendo las características cuantitativas y las interacciones entre los elementos del medio para analizarlos como un todo; contar con la información suficiente, confiable y oportuna sobre estos aspectos, se convierte en una necesidad imperiosa, y es quizá la información cartográfica, entendida esta como la representación sobre cartas o mapas, de los datos que se disponga al respecto de los recursos señalados, la que ofrece mayores ventajas (Maldonado, 1994).

La cartografía (tanto analógica como digital) permite conocer los recursos naturales a diversos grados de detalle, además permite ubicarlos geográficamente en mapas o cartas para medirlos, cuantificarlos y analizar su ubicación; permite conocer su origen, magnitud, distribución y su interrelación para tener mas y mejores opciones para la toma decisiones que definen políticas en su manejo y aprovechamiento (Gálvez, 1994)

En la actualidad la producción de mapas ha pasado a ser un proceso casi automático, mediante el uso de computadoras que permiten la edición y captura de información levantada en campo mediante formato digital (DeMers, 1997). Esto se ha logrado mediante el uso de programas computacionales (software) denominados Sistemas de Información Geográfica (GIS - Geographic Information Systems).

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se realizo en el Municipio de Tlahualilo que se localiza al norte del estado de Durango, geográficamente ubicado entre los paralelos 25º 50' y 26º 40' de latitud norte, y los meridianos 103º 16' y 103º 56' de longitud Oeste (Figura 1), con una altura sobre el nivel del mar de 1100 . Limita al norte y al oeste con el municipio de Mapimi (Durango); al norte y este con el municipio de Francisco I. Madero (Coahuila) y al sur con el municipio de Gómez Palacio (INEGI-SEP, 1985). Se reporta que la extensión territorial del Municipio de Tlahualilo es de 3 709.80 km^2, cifra que representa el 3.10 % del total de la superficie en el estado de Durango (Ecoplan Municipal, 1982).

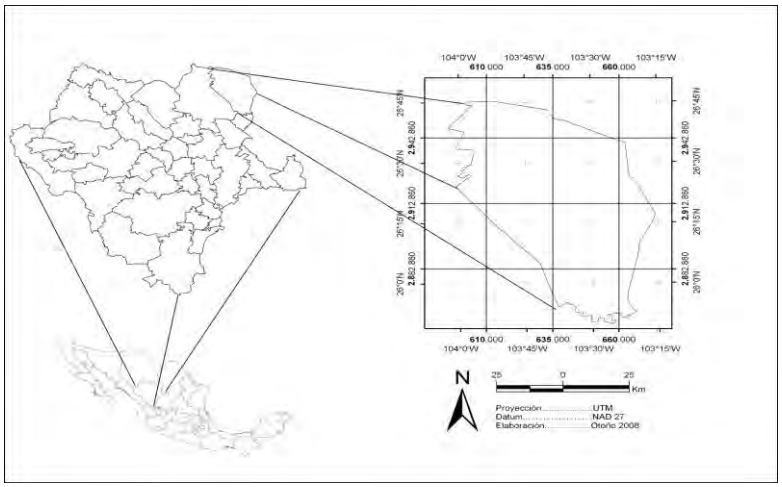


Figura 1.- Localización geográfica del Municipio de Tlahualilo, Dgo.

Fuentes de Información

Se utilizaron cinco fuentes de información para la integración de la base de datos geográfica, la primero correspondió a la información cartográfica que proporciona Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), actualizada para el año de 1998, la cual sirvió para establecer en la base de datos las variables de:

1. Vegetación.
2. Edafología.
3. Precipitación total.

4. Temperatura mínima.

5. Temperatura máxima.

La segunda fuente de información correspondió a los productos digitales desarrollados por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Específicamente los modelos digitales de elevación (MDE). Con este producto se generaron las capas de información correspondiente a la topografía de Tlahualilo, La cual agrupo a las variables de:

1. Elevaciones (msnm)

2. Aspecto (orientaciones)

3. Pendientes (º)

Procesamiento de la Información

Se utilizó el Programa ArcGis/ArcMap 9.2 para procesar los datos cartográficos proporcionados por CONABIO y FIRCO. El primer proceso consistió en proyectar la información para el país y verificar que no tuvieran errores en el proceso de registro (alineación). El segundo paso consistió en realizar recortes para el municipio de Tlahualilo y ordenar las capas de información para la generación de la base de datos.

Metodología

Fuentes de datos

El presente estudio utilizó una diversa gama de productos geográficos tanto analógico como digitales. Entre los que destacaron los siguientes:

Imágenes de satélite

Las imágenes de satélite utilizadas fueron dos imágenes Landsat, una del tipo Thematic Mapper (TM) con siete bandas de información y una resolución espacial de 30 metros por píxel con fecha 7 de Junio de 1992. La segunda fue una imagen del tipo Enhaned thematic mapper (ETM+) 7 bandas de información y una resolución espacial de 28.5 m por píxel y una banda pancromática de 15 mm (Jensen, 2002) con fecha 10 de mayo de 2002.

Las imágenes de satélite, de acuerdo con el WRS (World Reference System) corresponden a la ruta (path) 30 y al renglón (row) 42. la primera fue obtenida del centro denominado PACES (Panamerican Center for Earth and Environmental Studies), localizado en la Universidad de Texas, El Paso y la segunda fue obtenida del CENID – RASPA INIFAP. Ambas imágenes fueron georeferenciadas de acuerdo con la cuadrícula universal de Mercator (UTM) utilizando el Datum NAD27

Landsat Thematic Mapper (TM)

El sensor Thematic Mapper es un sensor de rastreo óptico-mecánico que registra la energía en las regiones visible, infrarrojos reflectivo, mediano al infrarrojo e infrarrojo térmico del espectro. Este sensor ha mostrado ser útil en la determinación de tipos de vegetación, humedad del suelo, diferenciación de nieve y nubes así como en discriminación de materia geológico (Martínez 2001).

Mapas analógicos

En el cuadro 1 se observa los mapas analógicos utilizados de la región en estudio a diversas escalas (1:50,000; 1:250,000, y 1:1000 000) en diferentes temas (edafología, uso del suelo y vegetación, topografía, geología) para la delimitación del área y la ubicación de los recursos reportados por INEGI. Asimismo estos mapas fueron convertidos del formato analógico al digital (digitalizados) para su posterior utilización en el programa computacional (sistema de información geográfica), en la creación de la base de datos.

Ortofotos Digitales

Las ortofotos digitales del área de estudio (G13B85 a escala 1:20,000 en formato digital que conforman el mosaico del área específica y que son corregidas por topografía con una una resolución espacial de 2 m por píxel, lo que aseguro una buena identificación de características del terreno. Dichas imágenes abarcan una extensión de 7.5' de latitud y una anchura de 6.6' de longitud (INEGI, 1999)

Cuadro. 1. Muestra las claves y nombres de las ortofotos utilizadas en el Municipio de Tlahualilo Durango.

CLAVE	NOMBRE DE LA ORTOFOTO	COORDENADAS	
		LATITUD	*LONGITUD*
G13B65	Sierra del Zapatero	26° 45'- 26° 30'	103° 40'-103°20'
G13B74	Las Tortugas	26° 30'-26° 15'	104° 00'-104°00'
G13B75	Córdova	26°30'-26° 15'	103° 40'- 103°20'
G13B76	Sierra de Tlahualilo	26° 30'-26°15'	103° 20'- 103° 00'
G13B84	Cartagena	26° 15'- 26°00'	04° 00'-103° 40'
G13B85	Tlahualilo	26° 15'-26° 00	103° 40'-103° 20'
G13D15	Bermejillo	26° 00'-25° 45'	103° 40'-103° 20'

Métodos

Para ubicar los recursos vegetales del Municipio se utilizaron, además de la cartografía analógica, las imágenes de satélite mediante un proceso de clasificación supervisada (Jensen, 1996) utilizando la separación de firmas espectrales. El mapa resultante de dicha clasificación fue evaluado por precisión utilizando la técnica de la matriz de error y el coeficiente Kappa (Congalton, 1999).

El mapa obtenido fue afinado mediante la superposición del mismo sobre la ortofoto digital de la región, donde de acuerdo con los recorridos de campo, se detectarán las posiciones geográficas de los sitios que presentan la vegetación mas abundante de *Atriplex canescens*. La ubicación de estos sitios (temas puntuales) se reportarán en el mismo sistema de proyección geográfica mediante el uso de un sistema de posicionamiento global (GPS).

Mapas digitales de vegetación

Para la ubicación precisa (presencia/ausencia) de Atriplex en el área de estudio se digitalizaron 228 puntos de muestreo señalados en las cartas de vegetación del INEGI claves G13B85, G13B65, G13B74, G13B75, G13B76, G13B84, G13B85, G13D15, escala 1:50,000 y se construyó una matriz con 14 variables edáficas y de topografía

El análisis de regresión múltiple logística permite el uso de variables dicotómicas (binarias) y de valores escalares como variables independientes, lo cual permite el uso de aquellas variables que no son continuas o son derivadas cualitativamente.

Análisis

Todos las puntos de muestreo donde se localizó la arbustiva fueron codificadas como “1",
mientras las áreas con ausencia de ese tipo de vegetal fueron codificadas como “0".
Para realizar el análisis estadístico se utilizó el programa SAS (SAS Institute, 2002)

RESULTADOS Y DISCUSION

Como resultado de fuentes de información, se elaboró la Figura 2, producto de la información de la base de datos generada sobre la ubicación del área de estudio, se observa la distribución de los puntos de muestreo realizados en el municipio de Tlahualilo, así mismo se identifica la carta temáticas utilizadas para dicho estudio.

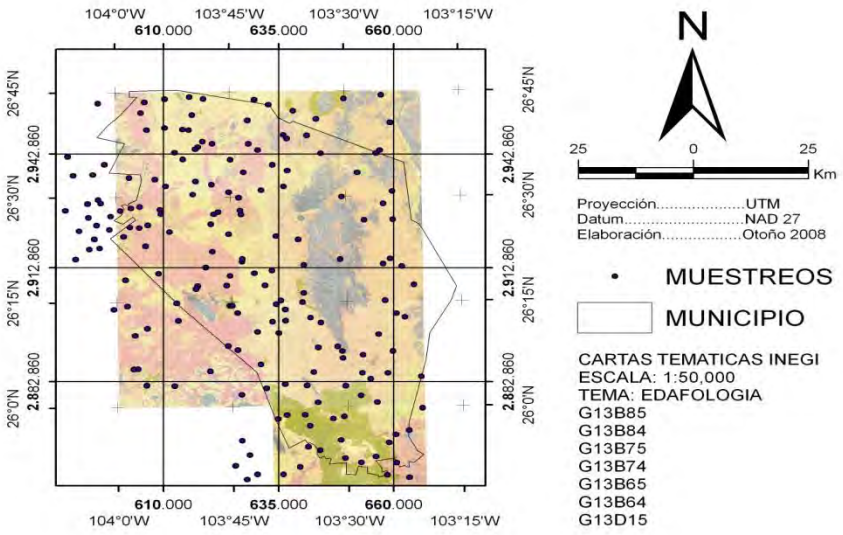


Figura 2. Distribución de los puntos de muestreo edafológicos del Municipio de Tlahualilo, Durango.

Las áreas en donde se identificó la presencia de costilla de vaca (Atriplex canescens Purch), se observa en la Figura 3, generalmente se localiza en la parte noroeste, suroeste y sur del Municipio, en estas zonas del territorio las elevaciones fluctúan entre los 1100 msnm y

temperaturas superiores de 40°C la máxima y la mínima entre de -6 a -4°C. En estas zonas de crecimiento de esta arbustiva reúnen los requerimientos necesarios, tanto climáticos, topográficos y de suelo, para la proliferación de dicha especie forrajera, de gran importancia para la alimentación del ganado de este municipio.

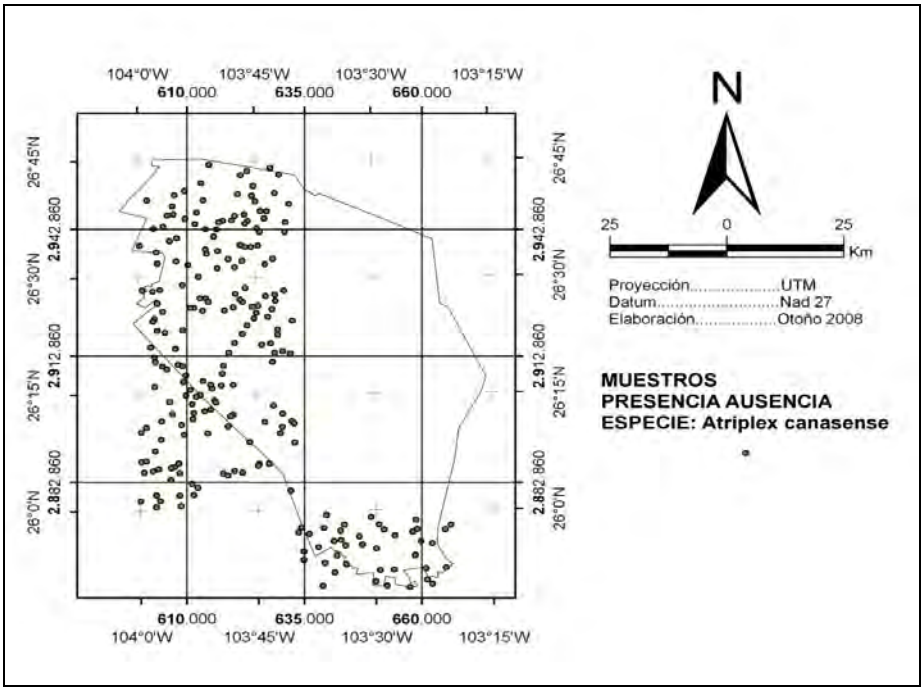


Figura 3. Localización de las areas de presencia de Atriplex canescens, en el municipio de Tlahualilo, Durango

BIBLIOGRAFÍA

Castellanos, P.E. 1985. Identificación, clasificación y descripción de las arbustivas del campo experimental Apantita, Dgo. Tesis de licenciatura ESAZ-UJED.

Congalton, R.G. andK. Green, 1999. Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices. Lewis Publishers, Boca Raton, 137 p.

DeMers. M.N. 1997. Fundamentals of geographic information system. Jonh Wiley and Sons, New York, 486 p.

Ecoplan Municipal, 1982. Desarrollo urbano. Ecoplán del Municipio de Tlahualilo, Dgo. Gobierno del Estado de Dgo. H. Ayuntamiento del Municipio de Tlahualilo.

Gálvez, Ch.J. 1994. Delimitación y cuantificación de los recursos naturales del Mpio. de Francisco I. Medro, Coah. Tesis de Licenciatura. Facultad de Agricultura y Zootecnia.

I.N.E.G.I. 1999. Guía para la interpretación de la carta de uso del suelo y vegetación. 2ª. Reimpresión. México. D.F. 50 p.

I.N.E.G.I.-S.P.P. 1985 . Carta topográfica Chihuahua. Escala 1:1000 000. 2ª. Reimpresión

Jensen, J.R. 2002. Introductory Digital Image Processing: a remote sensing perspective 2ª edition, Prentice-Hall, New Jersey, 316 p.

Maldonado, G.M.C. 1994. Delimitación y cuantificación de los Recursos Naturales del mpio. de Tlahualilo, Dgo. Utilizando Información Geográfica. Tesis de licenciatura. Facultad de Agricultura y Zootecnia, UJED.

Martínez, R.J.J. 2001. Sensores remotos aplicados al inventario de los recursos naturales. Memoria del primer curso teórico-práctico. Facultad de Agricultura y Zootecnia, UJED. 112 P.

Schlesinger, W.H., 1991. Biogeochemistry: an analysis of global change. Academic Press. 443p.

Soria, R.J. et al. 1997. Predicción y Estimación de rendimiento del cultivo del maíz bajo riego a través de Sensores Remotos y Modelos de Simulación. Proyecto de Tesis Doctoral. Instituto de Recursos Naturales, Colegio de Posgraduados, Montecillos, México, 26 p.

DOS DENSIDADES DE PLANTACIÓN EN CEBOLLA DE FOTOPERIODO CORTO EN CALERA, ZACATECAS

[1]Manuel Reveles Hernández, [1]Ángel Cid Ríos, [2]Ricardo Trejo calzada

[1]Campo Experimental Zacatecas –Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Kilometro 20.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, Calera, Zac. C. P. 98500, México. E-mail: mreveles@zacatecas.inifap.gob.mx; [2]Unidad Regional de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de cebolla ocupa el segundo lugar en superficie cultivada por hortalizas en el estado de Zacatecas en donde para el año 2010 ocupó 4110 hectáreas con una producción de 135,239.96 toneladas lo que significa un rendimiento promedio de 32.9 ton/ha, el estado de Zacatecas ocupa el quinto lugar en superficie sembrada por la hortaliza a nivel nacional aportando cerca del 11% de la producción del país (OEIDRUS, 2012).

Se considera que el uso de prácticas agronómicas inapropiadas como uno de los mayores problemas con que enfrenta la producción de cebolla en algunas regiones del mundo, por lo que el uso de tecnología de producción adecuado ejerce una indudable contribución al incremento del rendimiento del cultivo, en este contexto se considera que el manejo óptimo de prácticas agronómicas como la densidad de plantación, fecha de siembra y de cosecha, así como el manejo de la fertilización varía de acuerdo con el tipo y propósito del cultivo, las condiciones ambientales en donde se produce y el cultivar utilizado. Lo anterior debe tomarse en cuenta para la generación de recomendaciones de cultivo de cada zona productora (Gupta *et al.,* 1994, citado por Awas *et al.,* 2010).

La densidad de plantación y los arreglos topológico tienen influencia sobre el rendimiento y calidad de la cebolla, reportándose un incremento de la producción cuando se incrementa la densidad de plantación atribuible a la eficiencia en el uso de la luz interceptada convertida en materia seca (Brewster, 2001). Stoffella (1996), reporta un comportamiento lineal del rendimiento con relación a la densidad de población de la cebolla al encontrar una relación directa entre el incremento de la densidad de población y el rendimiento, sin embargo la relación es inversa con la calidad del producto ya que reporta menor tamaño de bulbos a medida que se incrementa la densidad de plantas por hectárea.

Maniutiu (2011) reporta incremento del rendimiento en el cultivo de cebolla cuando se usan densidades de plantación de 1 400 000 plantas por hectárea en dos variedades.

El espaciamiento del cultivo está considerado como un factor determinante en el tamaño del bulbo, reportándose incrementos de rendimiento a medida que se disminuye el espacio entre plantas y se incrementa la densidad de población (Kumar *et al*., 2001), por lo que es importante determinar el punto optimo entre la densidad de plantación y la calidad requerida por el mercado (Villgran and Escaff, 1982, citado por Kumar *et al*., 2001).

Aun cuando se reporta un incremento en el rendimiento a medida que se incrementa la densidad de población en el cultivo de cebolla, se recomienda determinar el manejo de la densidad optima para controlar el tamaño de los bulbos y el rendimiento del cultivo por lo que es importante el manejo adecuado del espaciamiento entre plantas (Awas *et al.,* 2010).

La densidad de plantación se ha usado para controlar el tamaño (calidad) de los bulbos, reportándose una disminución considerable cuando las densidades usadas rebasan las 500,000 plantas ha^{-1}, por lo que es común que la recomendación para obtener bulbos de tamaño grande y jumbo sea entre 250,000 y 500,000 plantas ha^{-1} (Brewster 2001).

Evaluaciones realizadas en el Campo Experimental Zacatecas para evaluar el sistema de siembra de cebolla en camas de siembra con seis hileras de plantas han demostrado que se puede incrementar el rendimiento por hectárea alrededor de un 50%, manteniendo la calidad (tamaño) de los bulbos cosechados (Reveles-Hernández *et al.,* 2012a), lo anterior refleja que existe una relación directa entre el rendimiento y la cantidad de plantas por hectárea establecidas en el experimento, por lo que el sistema de siembra en camas a seis hileras de plantas consiste una alternativa para incrementar la rentabilidad del sistema de producción de cebolla en el estado de Zacatecas.

Los resultados obtenidos, tanto a nivel experimental como en parcelas de productores, permiten afirmar que el sistema a de plantación de cebolla en seis hileras de plantas con fertirriego es una alternativa para incrementar la rentabilidad y sostenibilidad del sistema de producción de cebolla, en el estado mexicano de Zacatecas y en regiones con características agroclimáticas similares (Reveles-Hernández *et al*., 2012b).

El objetivo del presente trabajo fue de evaluar el comportamiento de cebolla Cirrus F2 en dos densidades de plantación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el Ejido de Calera del municipio del mismo nombre en el estado mexicano de Zacatecas, en un predio localizado a los 23° 07' 05" de latitud norte, 102° 40' 12" de longitud oeste y a una altura sobre el nivel del mar de 2077 m.

El experimento se estableció el día 29 de diciembre de 2012 trasplantando plántula de cebolla F2 del hibrido Cirrus producida en almácigos a campo abierto.

Se evaluaron dos densidades de plantación 394,736 y 526,315 plantas por hectárea (seis y ocho hileras de plantas por cama respectivamente) establecidas en camas de siembra de 1.52 metros de ancho y distribuyendo los tratamientos en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, en donde cada unidad experimental fue de una cama de siembra con 6.00 metros de largo.

El experimento se estableció en condiciones de riego por goteo usando cintilla calibre 6000, de flujo medio con goteros cada 20 cm; la dosis de fertilización utilizada fue la 200-100-100 (en kilogramos por hectárea de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente), aplicando la formula 70-70-70 antes del trasplante y el resto a través del sistema de riego en aplicaciones decenales de acuerdo a la curva de extracción durante el ciclo del cultivo.

A los 163 días después de la siembra se realizó la cosecha en un metro lineal de cada unidad experimental (1.52 metros cuadrados) separando los bulbos por tamaños y obteniendo la cantidad de cada uno de ellos así como su peso; la separación de tamaños se realizo en cuatro categorías: chica, mediana, grande y extra-grande.

Los datos obtenidos se analizaron usando el programa de diseños experimentales de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al realizar el análisis de varianza para el rendimiento por hectárea no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, sin embargo cuando se realizó la misma prueba estadística para el peso promedio del bulbo se encontró los dos tratamientos son estadísticamente diferentes reportando un peso promedio superior para el sistema de trasplante a seis hileras de plantas por cama (394,736 plantas ha^{-1}).

Cuadro 1. Comparación de medias para el rendimiento expresado en kilogramos por hectárea y calidad de bulbos (tamaños chico, mediano, grande y extra-grande) en dos densidades de plantación de cebolla Cirrus F2 en Calera, Zac., México.

Tratamiento	Plantas/ha	Chicos	Mediano	Grande	Extra-grande	Total
1	394700	5616 B	24342 B	45438 A	20361 A	98026 A
2	526300	13071 A	46947 A	33750 B	7776 B	102697 A
Nivel de significancia		*	*	*	*	NS

Nota: Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

El análisis de varianza para la producción de bulbos chicos por unidad experimental reflejó diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados, al realizar la comparación de medias refleja que en el tratamiento con la más alta densidad de plantas por hectárea se obtuvo mayor producción (en unidades de peso) de bulbos en esta categoría; la evaluación de la producción de bulbos de tamaño mediano reporto diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos con una tendencia parecida a la de la producción de bulbos chicos ya que a mayor densidad de plantación se reportó mayor producción (en peso) de esta categoría por unidad experimental (Cuadro 1).

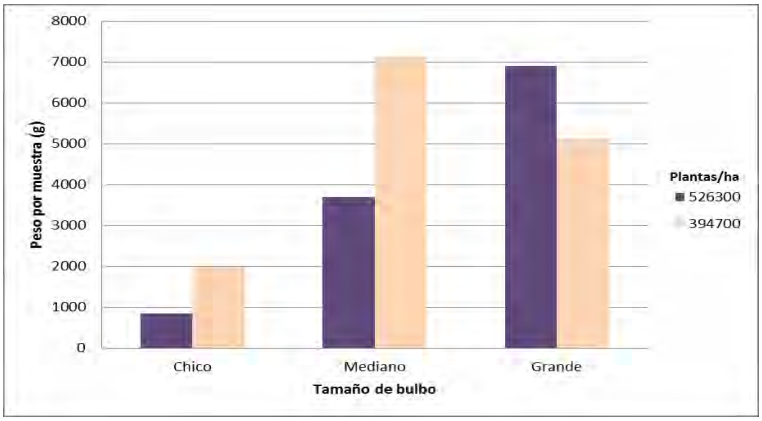


Figura 1. Distribución de producción (peso) por tamaños de bulbos con relación a dos densidades de población en cebolla.

En la evaluación de la producción de bulbos de tamaño grande también reportó diferencias significativas entre tratamientos favoreciendo la mayor producción cuando se usaron menores densidades de plantación.

De acuerdo con los resultados arriba presentados se ha encontrado una tendencia a la disminución de la calidad del bulbo expresada en peso por bulbo cuando se usó la mayor

densidad de plantación por hectárea, estos resultados tienen concordancia con lo reportados por Stoffella (1996), quien afirma que a medida que se incrementa la densidad de población se llega a disminuir la calidad del producto; también concuerdan con lo que afirma Brewster (2001) quien reporta que para obtener rendimiento y calidad optima se deben usar densidades de entre 250,000 y 500,000 plantas por hectárea.

CONCLUSIONES

Los resultados indican un incremento poco significativo cuando se estableció la cebolla Cirrus F2 en una densidad de 526300 plantas por hectárea, sin embargo también se hace evidente una tendencia a la disminución de la calidad en la densidad de plantación mas alta.

BIBLIOGRAFÍA

Awas G.; T. Abdisa, K. Tolesa and A. Chali. 2010. Effect of intra-row spacing on yield of three onion (*Allium cepa* l.) varieties at Adami Tulu agricultural research center (mid rift valley of Ethiopia). Journal of Horticulture and Forestry, 2: 007-011.

Brewster, J. L. 2001. Las cebollas y otros Alliums. Ed. Acribia, S. A. España. 253p

Kumar D.; P.V. Singh and A. Kuma. 2001. Effect of different levels of spacing on growth and yield of onion *(Allium cepa* L.).*AgricSci, Digest,* 21: 139 - 140

Maniutiu, D. D. D. 2011. Influence of cultivar, cultivation method and plant density on the production of onions. Agricultura – Ştiinţă şi practică, 1 - 2:86-91

OEIDRUS. 2012. Estadística básica del estado de Zacatecas para el año 2010. En http://www.oeidrus-zacatecas.gob.mx/, consultada en línea el 20 de agosto de 2012.

Reveles H., M.; Velásquez V., R. 2012. Fertilización de cebolla en seis hileras de plantas con riego por goteo. Memoria XXXVII Congreso Nacional de la ciencia del suelo. Zacatecas, México. 11-16 de noviembre.

Reveles-Hernández M.; Velásquez-Valle R.; Trejo-Calzada R. y Ruiz-Torres J. 2012a. Rendimiento de cebolla en camas de siembra con 6 hileras de plantas en Zacatecas. Memoria VIII Congreso Nacional sobre Recursos Bióticos de Zonas Áridas. Bermejillo, Dgo. México, 25 y 26 de octubre. p 271-275.

Reveles-Hernández, M.; Velásquez-Valle, R.; Trejo-Calzada, R.; y Ruiz-Torres, J. 2012b. Fertirriego para cebolla en camas con seis hileras de plantas. 3er. Conferencia de cebollas. Irapuato, Gto. México.

Stoffella, P. J. 1996. Planting arrangement and density of transplants influence sweet spanish onion yields and bulb size. HortScience 31:1129–1130.

RENDIMIENTO Y CALIDAD DE SIETE CULTIVARES DE CEBOLLA DE FOTOPERIODO INTERMEDIO EN CALERA, ZACATECAS, MÉXICO

[1]Manuel Reveles Hernández, [1]Ángel Cid Ríos, [2]Ricardo Trejo calzada

[1]Campo Experimental Zacatecas – Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Kilometro 20.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, Calera, Zac. C. P. 98500, México. E-mail: mreveles@zacatecas.inifap.gob.mx; [2]Unidad Regional de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo.

INTRODUCCIÓN

Después del cultivo del chile, la cebolla es el cultivo hortícola más importante en el estado de Zacatecas, en el año 2010 ocupó 4110 hectáreas con una producción de 135,239.96 toneladas lo que significa un rendimiento promedio de 32.9 ton/ha, el estado de Zacatecas ocupa el quinto lugar en superficie sembrada por la hortaliza a nivel nacional aportando cerca del 11% de la producción del país (OEIDRUS, 2012).

La productividad de la cebolla está fuertemente definida por el cultivar utilizado y el ambientes en que se cultiva, así como la interacción entre estos dos factores. En diversos estudios se ha relacionado el rendimiento de los cultivares de cebolla con las condiciones ambientales prevalecientes en el sito de cultivo (Naz y Amjad, 2004), lo que hace necesario realizar evaluaciones de los genotipos disponibles para determinar su rendimiento y calidad de acuerdo con la región productora (Kimani *et al*., 1993)

Dentro de las variables que mayor correlación con el comportamiento de los genotipos de la cebolla se mencionan al rendimiento total de bulbos así como los bulbos de primera producidos (Lescay y Moya, 2006).

El uso de los híbridos en el cultivo de cebolla es una estrategia a corto plazo que puede incrementar la productividad calidad y rentabilidad del cultivo (Resende *et al*., 2007). Un gran porcentaje de los cultivares utilizados para la producción de cebolla en la región norte centro de México son de origen extranjero, lo que genera problemas de adaptación (Rodríguez y Luján, 2003), lo que hace necesario realizar ensayos de rendimiento para evaluar el comportamiento agronómico de los cultivares introducidos.

La cebolla está considerada como un cultivo bianual que es sensible a la duración del día para la formación de bulbos, por lo que los cultivares se clasifican en cultivares de dia corto, intermedio o largo de acuerdo a los requerimientos de horas luz durante su etapa de bulbificación (Rabinowitch y Currah, 2002; Okpoire y Ekpe, 2008).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar cultivares de cebolla blanca de fotoperiodo intermedio con perspectivas de adaptación a las condiciones agroecológicas de la región productora de cebolla del estado de Zacatecas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el Campo Experimental Zacatecas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; ubicado en el kilómetro 20.5 de la carretera Zacatecas-Fresnillo, en el municipio de Calera de Víctor Rosales del Estado de Zacatecas, cuyas coordenadas y altura son 22°54´31" de latitud norte y 102°39´34" de longitud oeste y 2198 metros sobre el nivel del mar. El suelo del sitio experimental tiene una textura media clasificado como migajón arcillo limoso, con un pH de 8.1 y con un contenido de materia orgánica de 1.91%.

El experimento se estableció el día 4 de abril de 2005 trasplantando plántula de cebolla siete cultivares producida en almácigos a campo abierto (Cuadro 1), en el experimento se incluyeron cuatro cultivares comerciales recomendados como adaptados a la región y otros que los productores usan regionalmente en cultivos establecidos para bulbificar en fotoperiodo intermedio tales como Suprema y White Grano, también se incluyo un material de producción regional el cual se identificó como Criolla.

Cuadro 1. Relación de cultivares de cebolla de fotoperiodo intermedio evaluados en Calera Zacatecas, México.

Número de tratamiento	Cultivar
1	Alabaster
2	Criolla
3	Polar
4	Rumba
5	Sierra Blanca
6	Suprema
7	White Grano

Los cultivares se establecieron en camas de siembra de 1.52 metros de ancho y distribuyendo los tratamientos en un diseño de bloques completos al azar con cinco repeticiones, en donde cada unidad experimental fue de una cama de siembra con 5.00 metros de largo.

El experimento se estableció en condiciones de riego por goteo usando cintilla calibre 6000, de flujo medio con goteros cada 20 cm; la dosis de fertilización utilizada fue la 240-200-120 (en kilogramos por hectárea de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente), aplicando el fertilizante a través del sistema de riego en aplicaciones decenales de acuerdo a la curva de extracción durante el ciclo del cultivo.

A los 132 días después de la siembra se realizó la cosecha de cada unidad experimental (7.60 metros cuadrados) separando los bulbos por tamaños y obteniendo la cantidad de cada una de las categorías así como su peso; la separación de tamaños se realizo en cinco categorías: chica, mediana, grande, extra-grande y desecho; en la categoría desecho se consideraron los bulbos con diámetro polar inferior a los 35 mm y a los bulbos deformes o con daño por algún problema sanitario.

Se realizaron análisis de varianza para el rendimiento general, para el rendimiento comercial (la suma de todas las categorías después de eliminar la categoría denominada desecho) y para la producción de bulbos tamaño extra-grandes. Los datos obtenidos se analizaron usando el programa de diseños experimentales de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza ilustra que existen diferencias altamente significativas ($\alpha=0.01$) entre tratamientos para el rendimiento total, rendimiento comercial (que incluye todos los tamaños, excepto el desecho) y para el tamaño extra-grande.

Al realizar la comparación de medias por el método de Tukey con un nivel de significancia = 0.01 agrupó para el rendimiento comercial a los genotipos Polar y Sierra Blanca como estadísticamente iguales, pero superiores en kilogramos por hectárea producidos al resto de los cultivares evaluados ya que produjeron 72,872 y 72,549 respectivamente. Para esta misma variable Tukey determinó que el cultivar con menor rendimiento por hectárea fue Suprema que solo produjo 15,345 kilogramos por hectárea (cuadro 2 y figura 1).

Cuadro 2. Comparación de medias por el método de Tukey con nivel de significancia 0.01 para el rendimiento y calidad de siete cultivares de cebolla de fotoperiodo intermedio evaluados en Calera, Zac., México.

Tratamiento número	Variedad	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento Comercial	Tamaño Extra-grande
1	Alabaster	51832 B	37506 ABC	102.6 B
2	Criolla	46983.5 B	37634.25 ABC	507.8 B
3	Polar	72872.3 A	43693.75 AB	1376.4 AB
4	Rumba	44322.25 B	44322 AB	221 B
5	Sierra Blanca	72549.25 A	58743 A	4118.39 A
6	Suprema	15345.25 C	12730 C	0 B
7	White Grano	41312.5 B	19996 BC	0 B
Nivel de significancia		**	**	**

Nota: medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

La comparación de medias por el método de Tukey con nivel de significancia 0.01 para la producción de bulbos comerciales (rendimiento comercial) ubica al cultivar Sierra Blanca como el más productivo (58743 kg ha^{-1}), seguido por Rumba, Polar Criolla y Alabaster con rendimientos de 44322, 43693, 37634 y 37506 kg ha^{-1} respectivamente, y que resultaron estadísticamente iguales a Sierra Blanca, para esta variable también el cultivar Suprema resulto el menos productivo (12730 kg ha^{-1}).

En la producción de bulbos tamaño extra-grande destaca nuevamente Sierra Blanca con 4118 kg ha^{-1}, seguida por Polar con 1376 kg ha^{-1}, las cuales fueron estadísticamente iguales entre ellas pero superiores al resto de los tratamientos; para esta categoría de bulbos es notoria la productividad nula de los cultivares Suprema y White Grano que por ese hecho resultaron ser estadísticamente inferiores al resto de los cultivares evaluados (Cuadro 2 y Figura 1).

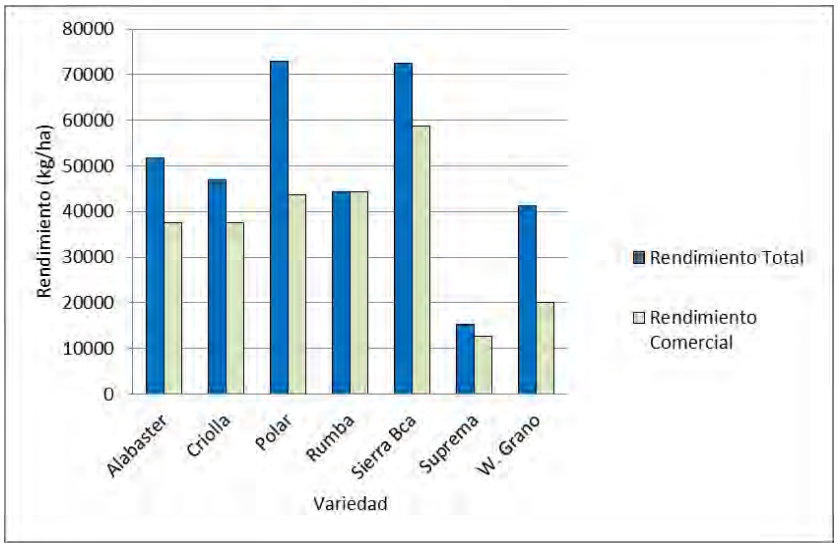


Figura 1. Rendimiento total y comercial de siete cultivares de cebolla de fotoperiodo intermedio evaluados en Calera, Zacatecas, México.

CONCLUSIONES

En general, los híbridos recomendados para su cultivo en fotoperiodo intermedio para la región productora de cebolla en el estado de Zacatecas, tuvieron un rendimiento destacado con relación a otros cultivares que se trasplantan en fechas posteriores al mes de marzo en la región.

El cultivar Sierra Blanca produjo mayor rendimiento comercial que el resto de los cultivares evaluados.

BIBLIOGRAFÍA

Kimani, P. M; J. W. Kariuki; R. Peters and H. D. Rabinowitch. 1993. Influence of the environment on the performance of some onion cultivars in Kenya. African Crop Science Journal. 1: 15-23.

Lescay, E. y Moya, C. 2006. Determinación de las variables más importantes,heredabilidad y correlaciones fenotípicas, en la producción de bulbos de cebolla (*Allium cepa*, L.). Cultivos Tropicales. 27: 69-72

OEIDRUS. 2012. Estadística básica del estado de Zacatecas para el año 2010. En http://www.oeidrus-zacatecas.gob.mx/, consultada en línea el 20 de agosto de 2012.

Okpoire, E. O. and Ekpe, I. I. 2008. Effect of photoperiod in the growth and bulbing of tropical onion (Allium cepa L.) varieties. World Journal of Agricultural Sciences. 4:36-39

Naz S. and Amjad M. 2004. Production potential of diverse onion genotypes raised through sets. Pak. J. Agri. Sci. 4:13-4

Rabinowitch, H. D. and Currah, L. 2002. Allium crop Science: recent advances. CABI Publishing, New York, N. Y. USA. Pp 21-22.

Resende J.T.; Pires D.B.; Camargo L.K.; Marchese A. 2007. Desempenho produtivo de cultivares de cebola em Guarapuava, Paraná. Ambiência 3:193-199.

Rodríguez M., R. y Luján F., M. 2003. Grano-Delicias y Globo Delicias nuevas variedades de fotoperiodo corto para el norte centro de México. Folleto Técnico número 11. Campo Experimental Delicias. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Delicias Chih. México. 19 p

RESULTADOS PRELIMINARES DE ENSAYO DE ENRAIZAMIENTO DE VARETA DE HIGUERA CON CRECIMIENTO ACTIVO EN CONTENEDORES DE PLASTICO CERRADOS.

Hilario Macías Rodríguez[1], Arcadio Muñoz Villalobos[1], Ma. Magdalena Villa Castorena[1], Miguel A. Velásquez Valle[1], Miguel Rivera González[1]

[1]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera, INIFAP. Km 6 + 500, margen derecha canal Sacramento, Gómez Palacio, Durango, México.
macias.hilario@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El cultivo de higuera se ha considerado por muchos años como una actividad artesanal, con una dinámica de producción de higo fresco para autoconsumo principalmente y con una mínima comercialización rural de los excedentes. Con esta dinámica de producción, se le localiza en México en las siguientes entidades: Morelos, Hidalgo, Veracruz, Baja California sur, Distrito Federal, Puebla, Durango, San Luis Potosí y Sonora y en conjunto no superan las 840 ha, se estiman rendimientos de 7 a 12 toneladas de higo fresco por hectárea. Los precios de higo fresco en los mercados rurales oscilan entre 5 y 10 pesos por kilogramo, sin embargo, en Sonora y Baja California Sur, por la calidad del producto, dicho precio llega hasta los 20 pesos. En la actualidad, existe un gran interés por parte de los productores rurales en tecnificar este cultivo, dado que su demanda como producto de exportación es alta, tanto en higo fresco como en pasta. Concretamente, el mercado norteamericano demanda anualmente 12 mil y 40 mil toneladas de higo fresco y pasta de higo respectivamente. De acuerdo a la superficie cultivada a nivel de traspatio, a nivel nacional no se superan las 10 mil toneladas de producción de higo fresco, esta producción se debe superar con el desarrollo de tecnología en este cultivo, pues no se cuenta con resultados de investigación relativa a las preferencias del cultivo en cuanto a multiplicación intensiva de planta, suelos, requerimientos hídricos, hongos antagónicos, altas densidades de plantación, requerimientos nutricionales, materia orgánica y control fitosanitario de plagas y enfermedades (Brimecombe., *et al* 2001). En este cultivo se dispone de escasos antecedentes sobre la evaluación de hongos antagónicos para el enraizamiento de vareta de higuera (Macías, 2011; Valenzuela, 2011). Las primeras evaluaciones evaluaciones de antagónicos a hongos y bacterias se iniciaron en cultivos hortícolas a partir del año 2001 (Fernández, 2001) y en frutales específicamente con Trichoderma en el mismo año (Michel-Aceves *et al*, 2001).

En la Región Lagunera de Durango, ubicada territorialmente en las zonas áridas del norte de México, cuenta con las condiciones ideales de clima para la reproducción y cultivo de higuera

(Ficus carica). A partir del año 2011 la empresa Agrana Fruit de México S.A., que opera con capital financiero francés, firmo un convenio con el gobierno del estado de Durango para establecer dicho cultivo en esta región con el propósito de empezar a satisfacer la demanda norteamericana de pasta de higo y a partir del año referido se está evaluando este cultivo con diferentes sistemas de reproducción intensiva de planta en vivero y diferentes densidades de plantación en cultivo comercial a nivel experimental, con el uso de macrotúneles, que permitan una producción intensiva y controlada respecto a su cultivo en general, las variedades que se están evaluando tanto en su reproducción a nivel de vivero como en cultivo comercial experimental son la Black Misión y la Kadota (higo negro e higo blanco respectivamente).

El propósito de este proyecto regional es que beneficie principalmente a los productores de escasos recursos del sector rural, con esta perspectiva se ha integrado un grupo de productores con una y máximo tres hectáreas con el cultivo de higuera, considerando que los rendimientos tradicionales de 7 y 12 toneladas por hectárea se incrementaran hasta las 40 toneladas por hectárea de higo fresco, ya que además del manejo del cultivo con macrotúneles se establecerán altas densidades de plantación con podas y riego presurizado con goteo por cintilla.

La meta en la primera etapa de este proyecto regional es la de establecer 20 hectáreas con este cultivo en el año 2013 y 100 hectáreas en el año 2014, hasta completar 1000 ha para satisfacer la demanda inmediata del mercado norteamericano, situación que se dará en un tiempo aproximado de 5 años, cuando la producción se estabilice en un promedio de 40 toneladas de higo fresco por hectárea.

En la región lagunera no se dispone de planta a nivel de vivero para cumplir con esta primera etapa. y el principal problema que enfrentaran los productores del sector social es la escasez de planta de higuera producida en la propia región para establecer las hectáreas planeadas, y los viveristas comerciales tienen un porcentaje de enraizamiento de higuera tanto al piso como en contenedores menor al 50% y aunado a lo anterior, los productores que han comprado planta de higuera en los estados de Morelos y Veracruz, están enfrentando problemas con plantas contaminadas de virosis y fungosis, de ahí la conveniencia de producir masivamente plántula de higuera en la propia Región Lagunera, con material de higueras ya adaptadas a la región, manejando hongos biopesticidas, enraizadores y vitaminas para tener un control de calidad en la reproducción intensiva de esta especie frutal (Fernández, 2001), utilizando inclusive el control biológico de hongos fitopatógenos (García, 2007).

El propósito de este trabajo es el de evaluar a nivel experimental el enraizamiento de vareta higuera con crecimiento activo en contenedores de plástico cerrados, utilizando enraizadores, fungicidas, vitaminas y hongos antagónicos a patógenos fúngicos con un sustrato estándar a base de turba.

OBJETIVO

Obtener en forma masiva, enraizamiento de varetas de higuera con follaje activo en contenedores de plástico cerrados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este experimento se implementó el día 6 de julio del 2013, con un productor cooperante del municipio de Gómez Palacio, Durango, integrante del Consejo Estatal de Productores de higo del Estado de Durango.

Se utilizó vareta apical de 0.15 m de higuera, con follaje activo, se seleccionaron higueras donadoras con 5 años de producción, sanas y vigorosas de la variedad Black Mision de higo negro.

Se planto en contenedores o botellas de plástico nuevos, transparentes, con capacidad de 1.9 litros, con tapa rosca. Previo a la plantación dichos envases se cortaron a la mitad y se perforaron en el fondo para drenar los excedentes de humedad después del riego al momento del trasplante.

En este experimento se utilizó Trichoderma como antagónico a hongos fitopatógenos de acuerdo a la dosis recomendada en sustrato para la producción de planta hortícola, partiendo de la recomendación general de utilizar 400 gramos para la producción de planta para una hectárea, se utilizaron 0.833 gramos de trichoderma por contenedor.

Se utilizo como sustrato general para todos los contenedores, turba comercial a razón de 0.640 kilogramos por cada contenedor.

Como enraizadores se utilizaron los siguientes productos comerciales: Raizone Plus en polvo, impregnando la base de la vareta al momento del trasplante y Rooting, enraizador líquido, humedeciendo el sustrato con él a razón de 1 mililitro por cada litro de agua utilizado.

Como fungicidas se evaluaron Captan a razón de 2 gramos por cada litro de agua al humedecer el sustrato; Cupravit, a razón de 2 gramos por litro de agua utilizada en el humedecimiento del

sustrato y Bicarbonato de Sodio, utilizando 8 gramos por cada litro de agua para humedecer el sustrato.

Igualmente se evaluó el complejo de vitamina B con azúcar, en la proporción de 25 miligramos y 0.75 gramos por cada litro de agua utilizado en el humedecimiento del sustrato de los contenedores.

Se utilizo un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones para evaluar el comportamiento del enraizamiento de varetas activas de la Black Mision de higo negro en contenedores cerrados, la unidad experimental consistió en cuatro contenedores de plástico transparentes y los tratamientos se describen a continuación:

T. Testigo, contenedor con puro sustrato.
T_1. Enraizador Rooting en sustrato.
T_2. Raizal Plus en la base de la vareta de higuera.
T_3. Sustrato humedecido con trichoderma, azúcar y vitamina del complejo B.
T_4. Sustrato humedecido con Captan, Trichoderma, azúcar y vitamina del complejo B.
T_5. Sustrato humedecido con Cupravit, azúcar, y vitamina del complejo B.
T_6. Rooting, Captan, azúcar y vitamina del complejo B.
T_7. Sustrato humedecido con bicarbonato, Raizone Plus, Trichoderma, azúcar y vitamina del complejo B.
La unidad experimental consta de cuatro contenedores y en total son 128 contenedores, todo el experimento inicio bajo sombra arbórea, con un 85% de sombreo, la plantación se inició y terminó el día 6 de julio del 2013. El día 13 de agosto se movilizaron los contenedores a un lugar con sombra arbórea del 50%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el día 4 de agosto se cuantificaron del total del experimento, 71 contenedores con raíz, que corresponde a un 55.4% de enraizamiento en general y para el día 13 de agosto se cuantificaron en total 81 contenedores con raíz, 63% de enraizamiento del total general del experimento.
Para el dia 14 de agosto del 2013 se cuantificó el número de contenedores con vareta enraizada por tratamiento, en la figura 1 se presentan los porcentajes de enraizamiento por tratamiento.

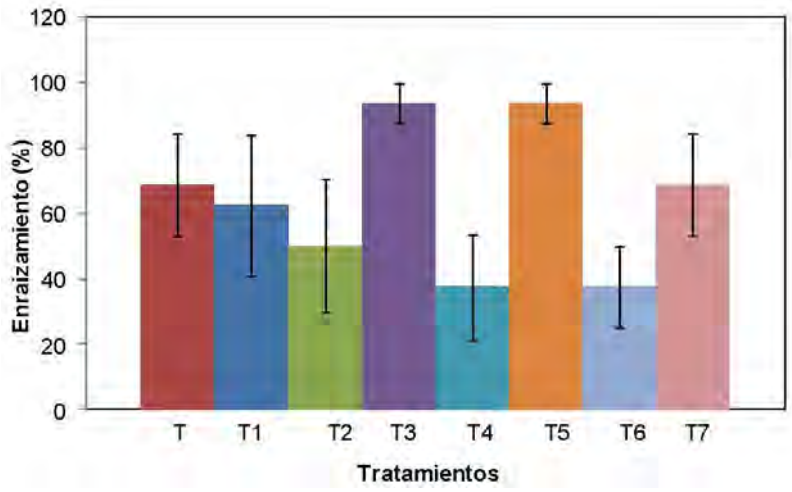


Figura 1. Porcentaje de enraizamiento de varetas de higuera en cada tratamiento probado. Línea vertical indica ± el error estándar.

En la figura 1 se muestra que los tratamientos 3 y 5 son los mejores en cuanto a porcentaje de enraizamiento con un 93.75%, en el primero, con el uso de Trichoderma, azúcar y vitamina del complejo B y en el segundo, con el uso de Cupravit, Trichoderma, azúcar y vitamina del complejo B. Ambos tratamientos fueron estadísticamente superiores a los demás.

CONCLUSIONES

La vareta apical de higuera con crecimiento activo, tiene muy buena respuesta al enraizamiento bajo contenedores de plástico cerrados utilizando Trichoderma y vitamina del complejo B, es conveniente estudiar rangos más amplios de estos productos bajo las condiciones descritas.

Se dará seguimiento a esta evaluación experimental considerando porcentaje de brotación, área foliar, peso de materia seca y porcentaje de arraigo al trasplante en parcelas de producción.

BIBLIOGRAFÍA

Brimecombe, M. J.., F.A. De Leij, and j. m. Lynch. 2001. The effect of root exudates on rhizosphere microbial populations. *In:* Pinton R., Z. Varanini, and P. Nannipieri (eds). The Rhizosphere, Biochemistry and Organic Substances at the Soil-Plant Interface. Marcel Dekker Inc. New York, USA. pp: 95-140.

Fernández L. V.O. 2001. Tecnología para la producción de biopesticidas a base de Hongos Entomopatógenos y su control de la calidad. Laboratorio de Hongos Entomopatógenos. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV). La Habana Cuba. 10p.

Fernández L. V.O. 2001. Temas interesantes acerca del control microbiológico de plagas, la Habana, INISAV. 138p.

Fernández L. V.O. 2001. Microorganismos antagonistas para el control fitosanitario. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 62: 96-100.

García, E. R. 2007. Control biológico y supresividad. En Ferrera CR, Alarcón A (Eds) Microbiología Agrícola para el Siglo XXI. Trillas. México. pp. 328-341.

Macías, P. E. 2011. Experiencias comerciales con el manejo de microorganismos benéficos para el control de enfermedades radiculares. pp 163-1771 *in:* Curso Internacional sobre Biofumigación, una alternativa ecológica para manejar las enfermedades radiculares y mejorar la fertilidad del suelo. Guadalajara, Jalisco, México.

MICHEL-ACEVES, A. C.; REBOLLEDO-DOMINGUEZ, O.; LEZAMA-GUTIERREZ, R.; OCHOA-MORENO, M. E.; MESINA-ESCAMILLA, J. C. y SAMUEL G. 2001. Especies con *Trichoderma* en suelos cultivados con mango afectados por escoba de bruja y su potencial inhibitorio sobre *Fusarium oxysporum y F. subglutinans*. Revista Mexicana de Fitopatología 19 (2): 154-160

Valenzuela, G. D. 2011. Problemática en control de patógenos del suelo. pp. 1-13 *in:* Curso Internacional sobre Biofumigación, una alternativa ecológica para manejar las enfermedades radiculares y mejorar la fertilidad del suelo. Guadalajara, Jalisco, México.

RENDIMIENTO DE LINEAS DE FRIJOL TIPO PINTO ESTABLECIDO CON PUNTA DE RIEGO EN CALERA, ZACATECAS, MÉXICO

[1]José Ángel Cid Ríos, [1]Manuel Reveles Hernández, [2]José Ruiz Torres

[1]Campo Experimental Zacatecas –Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Kilometro 20.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, Calera, Zac. C. P. 98500, México. E-mail: acid@zacatecas.inifap.gob.mx; [2]Unidad Regional de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo.

INTRODUCCIÓN

En México se distinguen diferentes regiones productoras de frijol, los principales factores que causan la reducción del rendimiento son las enfermedades, las plagas, la sequía y la siembra en suelos marginales de baja fertilidad y poco profundos. Zacatecas cuenta con precipitaciones irregulares y suelos con baja materia orgánica, las plagas también juegan un papel importante en la producción de frijol, factores que afectan el rendimiento de frijol en el estado. El objetivo del programa nacional de mejoramiento genético de frijol, él es desarrollo de variedades y practicas agronómicas para las distintas regiones del país, el rendimiento es el carácter principal que con sus evaluaciones múltiple en localidades han permitido desarrollar variedades de frijol con rendimiento alto y estable. (Acosta-Gallegos *et al.,* 2000).

El cultivo de frijol en condiciones de temporal registra bajos rendimientos que con frecuencia se deben a los periodos frecuentes de sequía durante la etapa reproductiva, lo cual ocasiona una disminución del rendimiento o la pérdida total del mismo (Acosta-Gallegos *et al*., 2000).
La planta de frijol tiene distintos mecanismos de adaptación a la sequia terminal la cual es diferente de acuerdo con las características genéticas de las variedades disponibles (Acosta-Diaz *et al.,* 2004).

Se encontró que la sequía modifica de manera diferencial en grano de frijol, así mismo disminuye el número de granos. Pero por otra parte el déficit hídrico en la etapa reproductiva favoreció el endurecimiento del grano, lo cual modifico los componentes nutricionales, lo que reflejo un incremento en el contenido de proteína (Herrera *et al.,* 1999).

Se considera que mantener rendimientos aceptables de los cultivos aun en condiciones de estrés es un gran reto de la agricultura moderna lo que hace necesario estudiar y entender el comportamiento de los cultivos en diversas condiciones de ambiente adverso, dicho comportamiento de las variedades de frijol puede incluir cambios morfológicos como respuesta al estrés (Lizana *et al.,* 2006)

El estudio de los genotipos de frijol en México y Centroamérica ha sido una herramienta con la que se pretende disminuir el efecto de la sequía sobre el rendimiento del frijol en condiciones de temporal con escaza precipitación (Frahm *et al.,* 2004). La respuesta del comportamiento de los genotipos en diferentes ambientes ha sido motivo de estudio a fin de aprovechar la interacción genotipo ambiente para determinar la adaptación y estabilidad de las variedades de frijol en Brasil (Carbonell *et al.,* 2004).

El objetivo del presente trabajo es determinar el rendimiento de grano de las veinticinco líneas de frijol tipo pinto en Calera, Zacatecas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el Campo Experimental Zacatecas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; ubicado en el kilómetro 20.5 de la carretera Zacatecas-Fresnillo, en el municipio de Calera de Víctor Rosales del Estado de Zacatecas, cuyas coordenadas y altura son 22°54´31" de latitud norte y 102°39´34" de longitud oeste y 2198 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura media anual de 17 ° C la precipitación media anual de 450 mm. El suelo del sitio experimental tiene una textura media clasificado como migajón arcillo limoso, con un pH de 8.1 y con un contenido de materia orgánica de 1.91%.

Se evaluaron veinticinco tratamientos (líneas de pintos con cruza, simple y triple) con tres repeticiones usando un diseño de bloques completos al azar; la unidad experimental constó de un surco de 5 metros lineal por 0.76 metros de ancho de hilo de siembra, la distancia entre plantas fue de 10 cm.

Solo se aplicó un riego de pre siembra para establecimiento del experimento el cual se sembró el 10 de agosto del 2012, el resto del ciclo no se aplicó agua de riego por lo que el cultivo se desarrolló de acuerdo a las condiciones de pecipitacion presentadas.

Antes del establecimiento de cultivo se presentaron 13 milímetros de precipitación ocurrida durante la última decena de julio, durante el desarrollo del cultivo solo se presentaron 114.3 milímetros durante el desarrollo del cultivo.

Cuadro 1. Precipitación acumulada en la estación meteorológica del Campo Experimental Zacatecas durante el ciclo de cultivo del frijol.

Decena	Precipitación en mm
Segunda de agosto	26.2
Tercera de agosto	6.8
Primera de septiembre	12.7
Segunda de septiembre	54.2
Tercera de octubre	14.4

Solo se presentaron tres precipitaciones de influencia en el cultivo de frijol, la primera en la etapa vegetativa, la segunda en floración, la tercera ya no influyó en el desarrollo del cultivo porque se presentó cuando éste llegó a madurez fisiológica, lo anterior indica que presentó un déficit de humedad en formación y llenado de grano, que influyó fuertemente en los rendimientos de las líneas evaluadas.

La cosecha se realizó a partir del 15 de noviembre, realizando un muestreo en el cual se cosecharon cuatro metros de un surco en cada unidad experimental para determinar rendimiento por hectárea.

El análisis de los datos se llevó a cabo mediante el Análisis de varianza (ANOVA) bajo el diseño de bloques completos al azar; también se realizó la comparación de por el método de Tukey.

RESULTADOS

Al realizar los análisis de varianza para peso seco de vaina, se encontraron diferencias altamente significativas ($\alpha<.0001$) entre tratamientos, al realizar la comparación de medias por el método de Tukey con un nivel de significancia de 0.05, reflejó que el tratamiento 15 (cruza triple) presentó mayor peso de vaina seca que los tratamientos restantes (cuadro 2).

Para rendimiento de grano por hectárea se encontraron diferencias altamente significativas ($\alpha<.0001$) entre tratamientos; al realizar la comparación de medias para la variable rendimiento por el método de Tukey a un nivel de significancia de 0.05, reflejó que el tratamiento 25 (Pinto Saltillo) utilizado como uno de los testigos, fue el que mayor rendimiento expresó, y en segundo lugar se ubicó el tratamiento 9, que proviene de una cruza simple, el rendimiento de

esta línea es estadísticamente igual al testigo (tratamiento 25); el tratamiento que mostro menor rendimiento fue el 23, proveniente de una cruza simple (cuadro 3).

Cuadro 2. Comparación de medias para peso de vaina seca (gramos) para los veinticinco tratamientos de frijol pinto evaluados.

Tratamiento	Media	Tratamiento	Media	Tratamiento	Media
15	92.9**a**	6	73.8**abcd**	12	48.8**abcd**
24	91.8**ab**	2	72.8**abcd**	16	47.97**abcd**
9	83**abc**	13	67.87**abcd**	7	45.23**abcd**
14	80.23**abcd**	11	57.3**abcd**	20	43.6**abcd**
5	79.37**abcd**	22	56.83**abcd**	10	41.50**abcd**
19	78.33**abcd**	8	54.6**abcd**	21	36.83**bcd**
25	78.27**abcd**	4	52.33**abcd**	1	36.67**dc**
17	73.87**abcd**	3	50.63**abcd**	23	36.13**dc**
				18	27.73**d**

Nota: medias con la misma letra son estadísticamente iguales

Cuadro 3. Comparación demedias para rendimiento kilos por hectárea de grano de los veinticinco materiales de pinto evaluados.

Tratamiento	Media	Tratamiento	Media	Tratamiento	Media
25	773.2**a**	8	557.5**ab**	17	437.6**ab**
9	766.3**a**	24	529.4**ab**	13	436.5**ab**
14	683.2**ab**	18	522.0**ab**	10	436.5**ab**
5	679.1**ab**	3	514.3 **ab**	20	430.4**ab**
6	670.9**ab**	22	506.6 **ab**	1	423.7**ab**
19	624.3**ab**	15	499.8 **ab**	4	412.4**ab**
7	606.5**ab**	16	470.8**ab**	21	334.2**b**
11	603.6**ab**	12	460.0**ab**	23	331.4**b**
2	593.6**ab**				

Nota: medias con la misma letra son estadística mente iguales

CONCLUSIONES

La variedad Pinto Saltillo utilizada como testigo supero a las demás líneas para rendimiento, sin embargo para peso de vaina seca el comportamiento mejor lo obtuvo la línea proveniente de una cruza triple.

Existen líneas de frijol tipo pinto que resultaron estadísticamente iguales a Pinto saltillo que pueden tomarse en cuenta para los programas de mejoramiento genético sucesivos.

BIBLIOGRAFÍA.

Acosta-Díaz, E., Trejo-López C., Ruiz-Posadas L., Padilla-Ramírez S., Acosta-Gallegos J. A. 2004. Adaptación del frijol a sequía en la etapa reproductiva. Terra 22: 49-58.

Acosta-Gallegos J. A., Rosales-Serna R., Navarrete-Maya R., López-Salinas E. 2000. Desarrollo de variedades mejoradas de frijol para condiciones de riego y temporal en México. Agricultura Técnica en México 26: 79-98.

Aguilar. B. G., peña. V. C. B., García. N. J. R., Ramírez. V. P., Benedicto. V. G. Molina. G. J. 2012. Rendimiento de frijol (Phaseolus Vulgaris L.) en relación con la concentración de vermicomposta y déficit de humedad en el suelo. Agrociencia. Pg. 37 – 50 vol. 25 Nom. 2. Diciembre.

Acosta. D. E., Kohashi. S. J., Acosta. G. J. A. 1997. Rendimiento y sus componentes en frijol bajo condiciones de sequía. Agricultura Técnica de México. Vol. 23 No. 2. Diciembre.

Carbonell S.A.M.; Azevedo Filho, J.A.; Dias, L.A.S.; Garcia F., A. A.; Morais, L. K. 2004. Common bean cultivars and lines interactions with environments. Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.), 61:169-177

Frahm, M. A.; Rosas J. C.; Mayek-Pérez, N.; López-Salinas, E.; Acosta-Gallegos, J. A.; Kelly, J. D. 2004. Breeding beans for resistance to terminal drought in the lowland tropics. Euphytica 136: 223–232

Herrera. P. P., Acosta. D. E., Padilla. R. S., Acosta. G. J. A. 1999. Efecto de la sequía en la calidad de la semilla de frijol común. Agricultura Técnica en México. 25: 107-

Lizana, C.; Wentworth, M.; Martinez, J. P.; Villegas, D.; Meneses, R.; Murchie, E. H.; Pastenes, C.; Lercari, B.; Vernieri, P.; Horton, P.; and Pinto, M. 2006. Differential adaptation of two varieties of common bean to abiotic stress, I. Effects of drought on yield and photosynthesis. Journal of Experimental Botany, 57: 685–697.

RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE FRIJOL FLOR DE JUNIO BAJO RIEGO EN CALERA, ZACATECAS, MÉXICO

[1]José Ángel Cid Ríos, [1]Manuel Reveles Hernández, [2]José Ruiz Torres

[1]Campo Experimental Zacatecas –Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Kilometro 20.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, Calera, Zac. C. P. 98500, México. E-mail: acid@zacatecas.inifap.gob.mx; [2]Unidad Regional de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo.

INTRODUCCIÓN

En México la problemática de producción de frijol es diferente para cada región, los principales factores que causan la reducción del rendimiento son las enfermedades, las plagas, la sequía y la siembra en suelos marginales de baja fertilidad y poco profundos. Zacatecas cuenta con precipitaciones irregulares y suelos con baja materia orgánica, las plagas también juegan un papel importante en la producción de frijol, factores que afectan el rendimiento de frijol en el estado.

El uso de variedades criollas se ve superado por variedades mejoradas ya que estas últimas generalmente son de ciclo más corto y reúnen características de calidad comercial para satisfacer las demandas de los industriales y consumidores. A las variedades mejoradas se le prefiere debido a que poseen resistencia o tolerancia a enfermedades que se presentan en las regiones productoras de frijol de México (Acosta *et al.,* 2011).

Se considera que el uso de variedades mejoradas adaptadas que incrementen el rendimiento y disminuyan el riesgo es uno de los componentes tecnológicos que pueden incrementar la productividad del cultivo del frijol y mejorar la competitividad de los sistemas de producción del cultivo (Ayala *et al.,* 2008).

El comportamiento de los cultivos no solo depende de sus características genéticas, sino que está influenciado por las condiciones ambientales que lo rodean y de las prácticas de manejo sometido durante el ciclo de cultivo (El-Noemani *et al.,* 2010; Aguilar *et al.,* 2012; Lizana *et al.,* 2006), las cuales pueden tener un efecto diferente en cada variedad (Mulungu *et al*., 2006), por lo que es importante evaluar los diferentes genotipos disponibles para determinar su potencial productivo en cada región productora de frijol.

Salinas y Rodríguez (2008), señalan que con las nuevas variedades de frijol y conjuntamente con un manejo agronómico adecuado ayudan a incrementar la productividad de este cultivo, esto con el fin de reducir riesgos de producción y disminuir costos de producción al máximo posibles.

Al evaluar el comportamiento de variedades flor de mayo y flor de junio se ha encontrado que la aceptación de los materiales de este tipo por parte de los productores está fuertemente relacionada con la resistencia que las variedades puedan presentar a las enfermedades que se presentan en la región (Castellano *et al.,* 2003).

Las variedades de frijol tipo flor de mayo y flor de junio han demostrado tener mayor productividad que otras variedades de tipo pinto y azufrado, expresado en rendimiento y calidad de semilla (González *et al.,* 2008).

Se han generado nuevas variedades de frijol tipo flor de junio con posibilidades de adaptación para la región norte centro de México, dentro de estos genotipos se encuentran a Flor de Junio Dalia y Flor de Junio León a las que, además de la productividad, se les atribuyen resistencia a la roya y al virus del mosaico común (Arellano *et al*., 2013). El frijol Flor de Junio León ha demostrado su adaptación a diversas regiones templadas de Veracruz, Puebla, Tlaxcala, México, que se ubican desde los 1660 a 2200 msnm, lo cual se hace notar por su rendimiento superior a otros genotipos evaluados en esos estados de la república y producidos en condiciones de temporal (Ugalde *et al.,*2013) .

Cuando se ha evaluado el rendimiento del cultivo y sus componentes en frijol se ha definido una relación de este con algunas de las variables, tal es el caso del número de vainas y el número de semillas normales por planta ya que ayudan a explicar el comportamiento del rendimiento del cultivo por hectárea (Acosta *et al*., 1997).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el rendimiento de dos nuevas variedades de frijol tipo Flor de Junio, bajo condiciones de riego para el estado de Zacatecas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el Campo Experimental Zacatecas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; ubicado en el kilómetro 20.5 de la carretera Zacatecas-Fresnillo, en el municipio de Calera de Víctor Rosales del Estado de Zacatecas, cuyas coordenadas y altura son 22°54´31” de latitud norte y 102°39´34” de longitud oeste y 2198 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura media anual de 17 ° C la precipitación media anual de 450 mm. El suelo del sitio experimental tiene una textura media clasificado como migajón arcillo limoso, con un pH de 8.1 y con un contenido de materia orgánica de 1.91%.

Se evaluaron dos variedades nuevas de frijol tipo Flor de Junio (Dalia y León), provenientes del Campo Experimental Bajío, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, la unidad experimental constó de 48 surcos de 100 de longitud por 0.76 metros de ancho cada uno, la distancia entre plantas fue de 10 cm.

Se aplicó un riego de pre siembra para establecimiento del experimento, la siembra fue realizada el día 2 de abril del 2013, la fertilización inorgánica que se aplico fue la 50-60-00, (kilogramos de nitrógeno, fosforo y potasio por hectárea, respectivamente), misma que fue aplicada a los ocho días después de la emergencia del cultivo.

Para mantener el cultivo en condiciones óptimas de humedad, se aplicaron cinco riegos para el desarrollo del cultivo durante todo el ciclo, utilizando el método de riego por gravedad.

Para el mantenimiento del cultivo se realizaron cuatro escardas la primera a los ocho días después de la siembra, y las demás cada 25 días y se realizaron dos deshierbes de forma manual.

Se tomaron datos de floración para cada variedad, misma que se tomaron cuando el cultivar presentó el 50 % de botón floral después de realizar varios muestreos, así mismo se tomó la madurez fisiológica cuando las variedades tomaron una apariencia de verde limón en las hojas y cuando 50 % de ellas tuvieron esta apariencia.

En madurez comercial de cada variedad (el 9 de agosto de 2013), se realizaron cinco muestreos completamente al azar en cada material mismos que se desgranaron y se determinó el peso de 100 semillas (g) y el rendimiento (en Kg ha^{-1}), además se relazaron mediciones de variables de componentes de rendimiento y índices de cosecha (no incluidos).

Los datos obtenidos se analizaron usando el programa de diseños experimentales de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al realizar el análisis de varianza para rendimiento por hectárea se encontraron diferencias altamente significativas (P>F=0.007) entre tratamientos, al realizar la comparación de medias

para esta variable (en Kg ha^{-1}), se encontró que la variedad Flor de Junio León obtuvo mayor rendimiento (3597.50) mientras que en Flor de Junio Dalia este fue menor (3170.50).

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre variedades para el peso de 100 semillas (P>F =0.09) aunque la variedad Flor de Junio León tuvo semillas más pesadas (37.92g) que Flor de Junio Dalia (35.67g).

Al realizar en análisis de varianza de los datos, tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las variedades evaluadas para días a floración y días a madurez fisiológica (Cuadro 1).

Cuadro 1. Comparación de medias para peso de cien semillas, rendimiento de grano expresado en kilogramos por hectárea y días a floración, madurez fisiológica.

Variedad	Días a Floración	Días a Madurez Fisiológica	Peso de 100 Semillas	Rendimiento por hectárea
Flor de Junio Dalia	62 A	109 A	35.67 A	3170.50 B
Flor de Junio León	63 A	108 A	37.92 A	3597.50 A
Nivel de significancia	NS	NS	NS	**

Nota: medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

Al realizar las pruebas de comparación de medias por el método de diferencia mínima significativa (DMS) para días a floración se nota la semejanza entre las dos variedades evaluadas ya que para las condiciones prevalecientes en el Campo Experimental Zacatecas (CEZAC) durante el ciclo de cultivo estas variedades florearon a los 62 y 63 días después de la siembra (dds) para las variedades Flor de Junio Dalia y Flor de Junio León respectivamente; comportamiento similar lo tuvieron en el parámetro días a madurez fisiológica, ya que para las mismas variedades se presentó la madurez a los 109 y 108 dds respectivamente.

CONCLUSIONES

La variedad Flor de Junio León, fue la que obtuvo mayor peso de cien semillas y mayor rendimiento de grano en kilogramos por hectárea, superando en producción a la variedad Flor de Junio Dalia en un 13%.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta D., E.; Kohashi S., J. y Acosta G., J. A. 1997. Rendimiento y sus componentes en frijol bajo condiciones de sequía. Agricultura Técnica México. 23:139-150

Acosta G., J. A.; Sánchez G., B. M.; Jiménez H., Y. 2011. Variedades de frijol y producción de semilla en Guanajuato. Folleto Técnico Num. 13. Campo Experimental Bajío. Centro de Investigación Regional Centro. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Celaya, Gto., México. 32 p

Aguilar. B. G., Peña. V. C. B., García. N. J. R., Ramírez. V. P., Benedicto. V. G. Molina. G. J. 2012. Rendimiento de frijol (*Paseolus Vulgaris* L.) en relación con la concentración de vermicomposta y déficit de humedad en el suelo. Agrociencia. 34: 37-50

Arellano A., S.; Reyes M. L.; Acosta G., J. A.; Osuna C., E. S. 2013. Nuevas variedades de frijol para Aguascalientes. Desplegable para productores numero 44. Campo Experimental Pabellón, Centro de Investigación Regional Norte Centro. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Pabellón de Arteaga, Ags. México. 6p

Ayala G., A. V.; Schwentesius R., R.; Gómez C., M. A.; Almaguer V., G. 2008. Competitividad del frijol mexicano frente al de Estados Unidos en un contexto de liberación comercial. Región y Sociedad, 20:37-62

Castellano – Ramos, J. Z., Guzmán – Maldonado, J. h., Acosta – Gallegos, J. A. 2003. Flor de mayo Anita nueva variedad de frijol para la región central de México. Folleto Técnico No. 2. Campo Experimental Bajío. Centro de Investigación Regional Centro. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Celaya, Gto., México. 20p

El-Noemani A. A.; H.A. El-Zeiny; A. M. El-Gindy; E. A. El-Sahhar and M. A. El-Shawadfy. 2010. Performance of some bean (*Phaseolus Vulgaris* L.) varieties under different irrigation systems and regimes. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 4: 6185-6196

González. T., G.; Mendoza. H., M. M.; Covarrubias. P., J.; Morán. V., N. y Acosta. G., J. A. 2008. Rendimiento y calidad de semilla de frijol en dos épocas de siembra en la región del Bajío. Agricultura Técnica en México. 34 :412-430.

Lizana, C.; Wentworth, M.; Martínez, J. P.; Villegas, D.; Meneses, R.; Murchie, E. H.; Pastenes, C.; Lercari, B.; Vernieri, P.; Horton, P.; and Pinto, M. 2006. Differential adaptation of two varieties of common bean to abiotic stress, I. Effects of drought on yield and photosynthesis. Journal of Experimental Botany, 57: 685–697.

Mulungu, L. S.; Tarimo A., J. P.; Reuben S., O. W. M.; Lema D., N.; Makundi, R. H.; and Masswe A., W. 2006. Effect of seedbed type on yield and yield components of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) commercial cultivars. Journal of Agronomy, 5:583-588

Salinas P., R. A. y Rodríguez. C., F. G. 2008. Impacto del mejoramiento genético de frijol en Sinaloa variedad “azufrado Higuera”. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Trabajo para Concurso Tecno-Agro 2008. 12p

Ugalde A., F. J.; Acosta G., A.; López S., E.; Rodríguez E., E. J.; Romero M., J.; Leyva V., S.; Bernabé A., L.; López M., M. N.; Arana H., I.; Ávila O., M. A. 2013. Validación de las variedades de frijol del proyecto INIFAP-CONACyT, en la región templada de Veracruz, Puebla y Tlaxcala, México. Memoria 58 Reunión Anual PCCMCA – Honduras. p 91

PROCESO DE CRECIMIENTO DEL CULTIVO DE MELÓN CON EL USO DE DOS HUMATOS EN BIOESPACIO

[(1)] Sarain Gómez de la Cruz, [(2)] Héctor Zermeño González, [(3)] M. del Carmen Potiseck, [(3)] Guillermo González Cervantes, [(4)] C. Patricia Chatú Toalá

[(1)] Alumno de maestría en ciencias en suelo del Instituto Tecnológico de Torreón (Sarain_02g@*hotmail.com*)
[(2)] Maestro investigador del Instituto Tecnológico de Torreón.
[(3)] Investigador del campo experimental del CENID - RASPA.
[(4)] Alumna de agroecología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro UAAAN – UL.

INTRODUCCIÓN

En la república mexicana, el melón (*Cucumis melo* L.) es una de las hortalizas de mayor importancia económica y social para nuestro país. Dependiendo del precio, el valor de la producción varía comúnmente desde $ 25,000 hasta $ 75,000 pesos por hectárea y genera alrededor de 120 jornales por hectárea. (SAGARPA, 2005). La Región Lagunera destaca como la zona melonera más importante del país con una superficie anual promedio de más de 5,300 hectáreas y una producción de 115,000 toneladas (SAGARPA-Laguna, 2008).

A pesar de las cifras anteriormente señaladas, existen factores adversos que limitan la producción de este cultivo, como son las altas temperaturas, plagas, enfermedades, la baja disponibilidad de agua, y la mala calidad del suelo (AGRO produce, 2007). En lo que se refiere al suelo es, una de las problemáticas en la Comarca Lagunera ya que se caracterizan por poseer pH mayores a 7.8, bajo contenido de materia orgánica, textura limo-arcillosa, la fracción de arcilla es dominada por illitas y montmorillonitas y más del 25 por ciento de carbonatos de calcio; Lo cual provoca alta fijación de micronutrimentos metálicos y compactación del suelo y por consiguiente disminución en el desarrollo de los cultivos (Agroindustria, 2001). Los ácidos fúlvicos y húmicos presentan una alternativa para la producción de cultivos, ya que entre sus múltiples beneficios posibilitan un mejor aprovechamiento de fertilizantes foliares y radiculares, además de estimular el crecimiento general de la planta, lo cual se traduce en mayores rendimientos y mejor calidad de cosechas, permiten el mejoramiento de la estructura del suelo al favorecer la formación de agregados y la reproducción exponencial de microorganismos (Agroindustria, 2001). Tienen una gran capacidad para retener y transportar nutrimentos, metales y plaguicidas; además de ser la fuente más importante de carbono orgánico terrestre y acuático (Álvarez *et al.,* 2004; Brigante *et al.,* 2006). Activan los procesos bioquímicos en plantas, como la respiración y fotosíntesis, con lo que se incrementa el contenido de clorofila,

absorción de nutrimentos, crecimiento de organismos del suelo, desarrollo de raíces, calidad y rendimientos de plantas (Aganga y Tshwenyane, 2003).

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en el área experimental del CENID – RASPA, como se muestra en la figura uno. En este sitio se tiene un clima árido caliente desértico, seco, con régimen de lluvias en verano e inviernos fríos; la temperatura media anual observada varía de 19 a 21º C, la temperatura máxima promedio de los últimos 10 años es de 33.6º C y la mínima de 5.59º C. La precipitación de esta región es muy escasa, varia de 200 a 400 mm, con un promedio de 240 mm anuales, mientras que la evaporación anual es del orden de los 2,600 mm. El período de máxima precipitación se encuentra entre los meses de agosto y septiembre (Pérez, 2000).

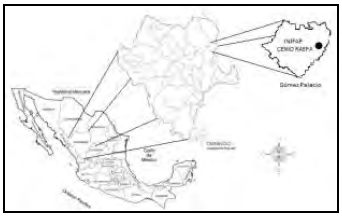


Figura 1. Localización del área donde se llevó a cabo el estudio, durante el ciclo agrícola primavera-verano 2013, CENID RASPA, Gómez Palacio, Dgo.

Se evaluaron tres tratamientos que correspondieron al tratamiento uno aplicación de ácido fúlvico en dosis de 4 ml disueltos en 996 ml de agua; tratamiento dos aplicación de ácido húmico en dosis de 4ml disueltos en 996 ml de agua y el tratamiento testigo sin aplicación de estos. Estos tratamientos fueron evaluados en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones.

El sitio experimental se localiza entre el meridiano 103º 22’ y 104º 47’ Longitud Oeste, y entre los paralelos 24º 22’ y 26º 23’ Latitud Norte. La altura media sobre el nivel del mar es de 1139 m.

En la figura dos muestra la producción de plántula la cual se realizó dentro del invernadero utilizando charolas de unicel de 200 cavidades, como sustrato se empleó peat moss. En el momento que las plantas tuvieron 4 hojas verdaderas (aproximadamente 30 días después de la siembra), se trasplanto.

Figura 2. Trasplante del cultivo de melón, durante el ciclo agrícola primavera-verano 2013, CENID RASPA, Gómez Palacio, Dgo.

Los ácidos húmicos y fúlvicos se aplicaron a una dosis de 4 ml por cada 996 ml de agua. Para la preparación de la solución nutritiva se usó la solución Steiner, como se indica en la figura tres.

Figura 3. Preparación del ácido húmico y fúlvico, durante el ciclo agrícola primavera-verano 2013, CENID RASPA, Gómez Palacio, Dgo.

Los ácidos se aplicaron en la base del tallo de la planta, Se aplicó 1 litro de solución por planta. En la figura cuatro se muestra como se realizaron las dos aplicaciones, la primera a los dos días después del transplante y la segunda 14 días después de la primera, en la etapa de la floración.

Figura 4. Aplicación del ácido húmico y fúlvico en el cultivo de melón, durante el ciclo agrícola primavera-verano 2013, CENID RASPA, Gómez Palacio, Dgo.

La producción de materia seca se obtuvo realizando cuatro muestreos destructivos, a 15, 30, 45 y 60 días después del Transplante (ddt). En cada muestreo se tomaron dos plantas, por cada repetición. Cada planta se le separaron los órganos vegetativos (hojas, tallos), frutos y los reproductivos, como se muestra en la figura cinco.

Figura 5. Destrucción de plantas del cultivo de melón, durante el ciclo agrícola primavera-verano 2013, CENID RASPA, Gómez Palacio, Dgo,

Para el secado de estos órganos (tallos, hojas, frutos, flor y raíz) se colocaron en bolsas de papel por separado y se sometieron a secado en estufa marca “Felisa” a una temperatura de 65ºC durante 72 horas y posteriormente se obtuvo el peso seco, como se indica en la figura seis.

Figura 6. Colocación de órganos en bolsas de papel del cultivo de melón, durante el ciclo agrícola primavera-verano 2013, CENID RASPA, Gómez Palacio, Dgo.

El área foliar se determino con un medidor de área LI-COR modelo L 1-3100, como se muestra en la figura siete.

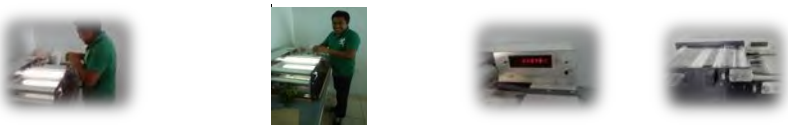


Figura 7. Determinación de área foliar del cultivo de melón, durante el ciclo agrícola primavera-verano 2013, CENID RASPA, Gómez Palacio, Dgo.

Para determinar el tamaño del fruto se considero el diámetro polar y ecuatorial y este se realizo con un vernier, como lo indica la figura ocho.

Figura 8. Determinación de rendimiento del cultivo de melón, durante el ciclo agrícola primavera-verano 2013, CENID RASPA, Gómez Palacio, Dgo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontró diferencia significativa en el rendimiento total del melón, siendo el tratamiento con la aplicación de ácido húmico el mejor de acuerdo a la prueba de Tukey, obteniendo un total de 32.73 toneladas por hectárea en comparación al testigo que fue de 24.22 toneladas por hectárea tal como se muestra en el cuadro uno y figura nueve.

Cuadro 1. Rendimiento total del cultivo de melón, durante el ciclo agrícola primavera-verano 2013, CENID RASPA, Gómez Palacio, Dgo.

Tratamiento	media	grupos de significancia*
Ácido húmico	32.7300	A
Ácido fúlvico	27.1225	AB
Testigo	24.2225	B

Nivel de significancia = 0.05 Tukey= 6.4203

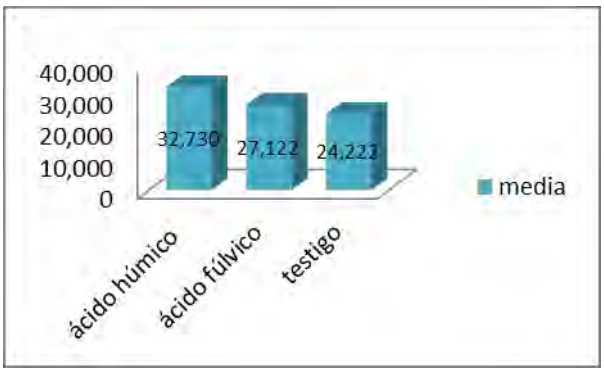


Figura 9. Rendimiento total del cultivo de melón, durante el ciclo agrícola primavera-verano 2013, CENID RASPA, Gómez Palacio, Dgo.

Para la variable diámetro ecuatorial se encontró diferencia significativa entre los tratamientos evaluados siendo el tratamiento de ácido húmico el mejor de acuerdo a la prueba de Tukey, con respecto al tratamiento de ácido fúlvico y testigo respectivamente como se muestra en el cuadro dos y la figura Diez.

Cuadro 2. Diámetro ecuatorial del cultivo de melón, durante el ciclo agrícola primavera-verano 2013, CENID RASPA, Gómez Palacio, Dgo.

Tratamiento	media	grupos de significancia*
Ácido húmico	144.787	A
Ácido fúlvico	122.517	AB
Testigo	111.442	B

Nivel de significancia = 0.05

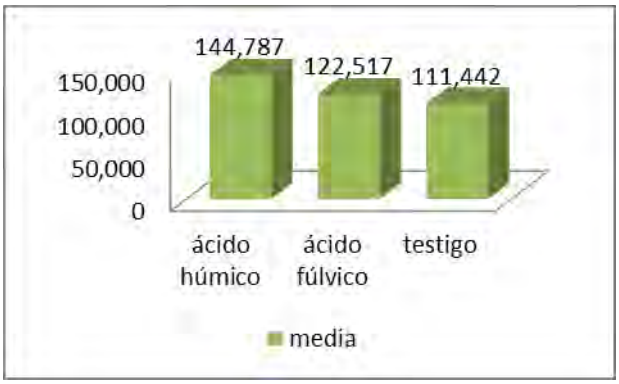


Figura 10. Diámetro ecuatorial del cultivo de melón, durante el ciclo agrícola primavera-verano 2013, CENID RASPA, Gómez Palacio, Dgo.

La variable el diámetro polar no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos evaluados; sin embargo se encuentra una tendencia favorable con la aplicación de ácido fúlvico y húmico respectivamente, en comparación del testigo como se muestra en el cuadro dos.

Cuadro 3. Diámetro polar del cultivo de melón, durante el ciclo agrícola primavera-verano 2013, CENID RASPA, Gómez Palacio, Dgo.

Tratamiento	media	grupos de significancia*
Ácido fúlvico	130	A
Ácido húmico	131	A
Testigo	125	A

Nivel de significancia = 0.05

Para la variable grosor de pulpa no se encontró diferencia significativa de los tratamientos avaluados sin embargo se muestra tendencia favorable; con la aplicación ácido fúlvico y húmico respectivamente en comparación al testigo como se muestra en el cuadro dos.

Cuadro 4. Grosor de pulpa del cultivo de melón, durante el ciclo agrícola primavera-verano 2013, CENID RASPA, Gómez Palacio, Dgo.

Tratamiento	media	grupos de significancia*
Ácido fúlvico	27.47	A
Ácido húmico	27.73	A
Testigo	24.75	A

Nivel de significancia = 0.05

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos del presente estudio en el cultivo de melón, se observó que para la variable diámetro ecuatorial se obtuvo mejor resultado con el ácido húmico, y para la variable diámetro polar y grosor de pulpa se obtuvo mejor resultado con el ácido húmico y fúlvico en el tiempo programado a los dos días del trasplante y en la etapa de floración.

BIBLIOGRAFÍA

(Agroindustria). 2001 (en línea), Acido fúlvico, más crecimiento, calidad y rendimiento. http://www.2000agro.com.mx/agroindustria/acido-fulvico-mas-crecimiento-calidad-y-rendimiento/ (consultado, abril de 2013).

Aganga, A. A. and Tshwenyane, S. O. 2003. *Lucerne, lablab and* Leucaena leucocephala *forages: Production and utilization for livestock production*. Pakistan Journal of Nutrition 2: 46-53.

AGRO produce, 2007. Bioespacios alternativa tecnológica para la producción de hortalizas en el Estado de Oaxaca.

Álvarez, R. A.; Goulet, P. and Garrido, J. 2004. *Characterization of the porous structure of different humic fractions.* Colloids and surface. pp. 129-135.

Brigante, M.; Zanini, G. y Avena, M. 2006. *Efecto de ácidos carboxílicos en la cinética de disolución de ácidos húmicos.* Sección E. Química de sólidos, superficies, interfaces y materiales. Bahía Blanca, Argentina. pp. 1.

Pérez, G.J.L. 2000. Productividad del agua en tres sistemas de producción en sandía (Citrullus lanatus Thunb) con riego por cintilla y acolchado plástico. Tesis Profesional. Instituto Técnico Agropecuario No. 10. Torreón, Coah. México.

Secretaría de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentación SAGARPA-Laguna. 2008. Delegación Federal en la Comarca Lagunera. Anuarios Estadísticos 1980-2007.

Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2005 (en línea). Melón. II. Producción nacional. Superficie sembrada. Volumen de producción. ttp://www.siap.sagarpa.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=10&Itemid=15 (consultado, abril de 2013).

REQUERIMIENTO DE RIEGO EN MAÍZ FORRAJERO MEDIANTE INFORMACIÓN CLIMÁTICA Y COEFICIENTE DE CULTIVO EN AGUASCALIENTES.

Osías Ruíz Álvarez[1], Omar Ivan Santana[1], Arturo Corrales Suastegui[1], Gerardo Esquivel Arriaga[1] y Luis A. González Jasso[1].

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Pabellón, kilómetro 32.5 carretera Aguascalientes-Zacatecas; Pabellón de Arteaga, Pabellón de Arteaga. Correo-e: ruiz.osias@inifap.gob.mx.

INTRODUCCIÓN

Aguascalientes siempre ha mantenido una tradición altamente pecuaria y destaca principalmente por su producción de leche. Las explotaciones ganaderas se manejan de manera estabulada y la base de las dietas son forrajes donde el maíz ocupa un lugar preponderante; particularmente por su alta productividad, alta eficiencia en el uso del agua y su alto contenido energético (Reta y Faz 1999).

El Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2013) reporta que en esta entidad la superficie cultivada de forrajes para el ciclo primavera-verano ha presentado incrementos importantes. Estos incrementos se deben a aumentos promedios de 4 mil 106 a 9 mil 850 ha entre los años 80´s y 90´s; y a 13 mil 984 ha para el período 2001-2012. No obstante a la importancia que esta especie ha retomado, el inicio del ciclo de producción coincide con la época (abril, mayo y ocasionalmente junio) de déficit hídrico ambiental debido a que en ese período la estación lluviosa aún no se establece y el cultivo demanda humedad para su establecimiento (Santamaría *et al.,* 2008), por lo que un manejo correcto del riego en esta etapa influye en la calidad y cantidad de la cosecha.

A nivel mundial existe poca información o trabajos relativos al manejo del agua en maíz forrajero. De acuerdo con Reta y Faz (1999) las fases fenológicas del cultivo más susceptibles a deficiencias de humedad son emergencia de estigmas, crecimiento de la mazorca y el período vegetativo; durante el llenado del grano puede reducirse el rendimiento hasta entre 29 y 53 % ya que se afecta el peso medio de cada grano hasta entre un 19 y 49 %. Por su parte Zinselmeir *et al.,* (1995) comenta que cuando el maíz elotero se somete a déficit hídrico en floración y fructificación el rendimiento se reduce alrededor de 15 % debido a la pobre formación de granos consecuencia del aborto de óvulos polinizados.

El consumo de agua del maíz depende de la duración del ciclo, clima, disponibilidad del agua, características hidrodinámicas de los suelos y de las prácticas de manejo del cultivo. Por su parte, el requerimiento de riego (Req_{riego}) se conceptualiza como la cantidad de agua que debe suministrarse a las especies vegetales en épocas específicas de la estación de crecimiento

debido a ausencia o insuficiencia de precipitaciones (Smith, 1992); y de esa manera complementar sus necesidades totales para que puedan expresar su rendimiento máximo potencial. El Req_{riego} se calcula a partir de evapotranspiración de referencia (ET_0), precipitación efectiva (P_{ef}), coeficientes de cultivo (K_C) y evapotranspiración real (ET_C), su estimación permite conocer el déficit de humedad y realizar programaciones de riego acordes a los volúmenes de agua disponible a nivel de parcela (Santamaría *et al.,* 2008).

Por otra parte, el panorama de los recursos hídricos de Aguascalientes sugiere la generación o actualización de información que sirva y ayude en la generación de políticas de gestión del agua para riego (CONAGUA, 2011). La información relativa a las necesidades de agua de los cultivos es la base para que el productor maneje adecuadamente el agua de riego que le es concesionada en la entrada de su parcela, por esta razón el objetivo del presente trabajo fue determinar los requerimientos de riego del maíz forrajero a partir de información climática promedio y de coeficientes de cultivo en cuatro localidades del valle de Aguascalientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El Valle de Aguascalientes se localiza en la porción central del Estado, ocupa una franja en sentido Norte-Sur de 80 Km de largo y 25 de ancho. Entre sus límites geográficos está Cosío, Pabellón de Arteaga, Rincón de Romos, Tepezalá; y parte de: Aguascalientes, Jesús María, San Francisco de los Romo y San José de Gracia (CONAGUA, 2011). En esta región se encuentra el distrito de Riego 01 Pabellón que cuenta con 224 aprovechamientos subterráneos los cuales suministran un volumen aproximado de 46 Mm^3 (66 % del volumen total utilizado en el distrito). En la Figura 1 se presentan las características de evaporación y precipitación en el municipio de Rincón de Romos.

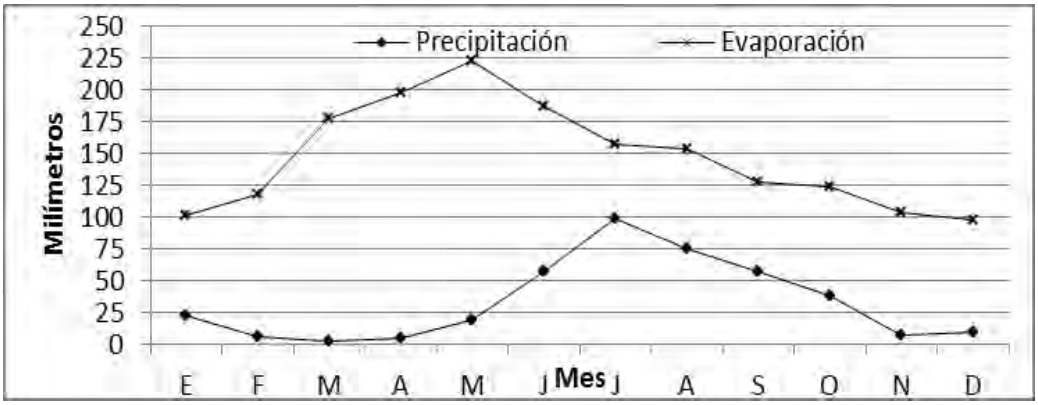


Figura 1. Curvas normales de precipitación y evaporación en Rincón de Romos.

Se utilizó información diaria anual de evaporación (Ev) del tanque tipo "A" y precipitación (PP) normal mensual en cuatro estaciones que pertenecen al Valle de Aguascalientes, esta información fue tomada de la base de datos del IMTA (2008) (Tabla 1).

Tabla 1. Características de las estaciones utilizadas en el estudio.

Clave	**Estación**	**Años con evaporación diaria**	**Años con precipitación**
1014	Campo Experimental Pabellón	58	58
1017	Presa Potrerillos Rincón	58	58
1026	Tepezalá, Tepezala	43	41
1082	Rincón de Romos	26	23

Con los datos anuales diarios de evaporación se obtuvo el promedio diario; y la evapotranspiración de referencia (ET_0) (mm) se estimó mediante la relación $ET_0 = Ev * 0.70$, donde Ev es la evaporación promedio diaria (mm) y 0.70 es una constante específica para las características físicas del tanque y su emplazamiento (Allen *et al.,* 2006).

La evapotranspiración del cultivo (ET_C) se obtuvo mediante el enfoque de coeficiente único descrito por Allen *et al.,* (2006). La fecha de siembra promedio considerada fue el día 15 de mayo (j = 135). Se utilizaron las características fenológicas del maíz forrajero reportadas por Santamaria *et al.,* (2008).

Tabla 2. Características fenológicas del maíz forrajero

Duración de etapas fenológicas (días)				
(Establecimiento)	Desarrollo vegetativo	Floración	Formación de grano	Total
25	30	20	25	100
Coeficientes de cultivo (K_C) por etapa fenológica				
0.5	=	1.1	0.54	=

En los reportes literarios siempre se omite el valor de K_C correspondiente a la etapa de desarrollo de cultivo, por tal razón su valor en esta etapa se estimó por medio de una regresión cuadrática; así se generó un modelo que explica la evolución del coeficiente con base en los días transcurridos después de la siembra como lo indica Asencio (2009).

Al considerar una duración media de 100 días del ciclo del maíz forrajero y con fecha de siembra como la que se indicó, el ciclo del cultivo queda comprendido entre el 15 de mayo (j = 135) y el 22 de agosto (j = 235), por lo que para ese intervalo se estimó la precipitación efectiva

con el criterio del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (USDA) (Smith, 1992):

Si $P \leq 250$ mm, $P_{ef} = \left(\frac{125-(0.2*P)P}{125}\right)$

O si $P > 250$ mm, $P_{ef} = (0.1 + P) + 125$, donde P_{ef} es la precipitación efectiva (mm) y P es la precipitación promedio acumulada en el mes.

Así el Req_{riego} de los cultivos corresponde a la diferencia aritmética entre ET_C y P_{ef} acumuladas en el período, esta diferencia hídrica es la que debe aplicarse en forma de riego (Doria y Madramootoo, 2009), sin embargo dicha cifra aún está sujeta a corrección por las características del suelo y del sistema de riego del agricultor, además su distribución depende también de las características meteorológicas del ciclo agrícola.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general la tendencia anual de ET_0 es similar en las cuatro localidades (Figura 2), pero la estación Presa Potrerillos Rincón presenta los valores mayores en los primeros 120 días del año. En los últimos 180 días, los valores más altos son para Tepezalá, Tepezalá y Campo Experimental Pabellón. Por su parte, Rincón de Romos presenta a lo largo del año los valores menores. La mayor ET_0 acumulada estuvo en Presa Potrerillos Rincón (1511 mm) y la menor en Rincón de Romos (1239); Tepezalá, Tepezalá (1443 mm) y C. E. Pabellón (1492 mm) presentaron valores intermedios. Estos contrastes en ET_0 puede deberse a la corta variación espacial en la topografía, lo cual a su vez determina las diferencias en las necesidades de agua de los cultivos.

El modelo cuadrático que explica el valor de K_C a lo largo del ciclo del cultivo es $Y = -0.0003x^2 + 0.0284x + 0.2306$.

La ET_C presenta tendencias similares en las cuatro localidades, los valores acumulados fluctúan entre 281 y 320 mm. El más bajo corresponde a Rincón de Romos (281 mm), seguido de Presa Potrerillos (309 mm) en tanto que C. E. Pabellón y Tepezalá, Tepezalá presentaron valores muy similares, 319 y 320 respectivamente. Estos valores difieren significativamente de los valores cuantificados por Llanos (1984) quien menciona que el maíz consume alrededor de 600 mm.

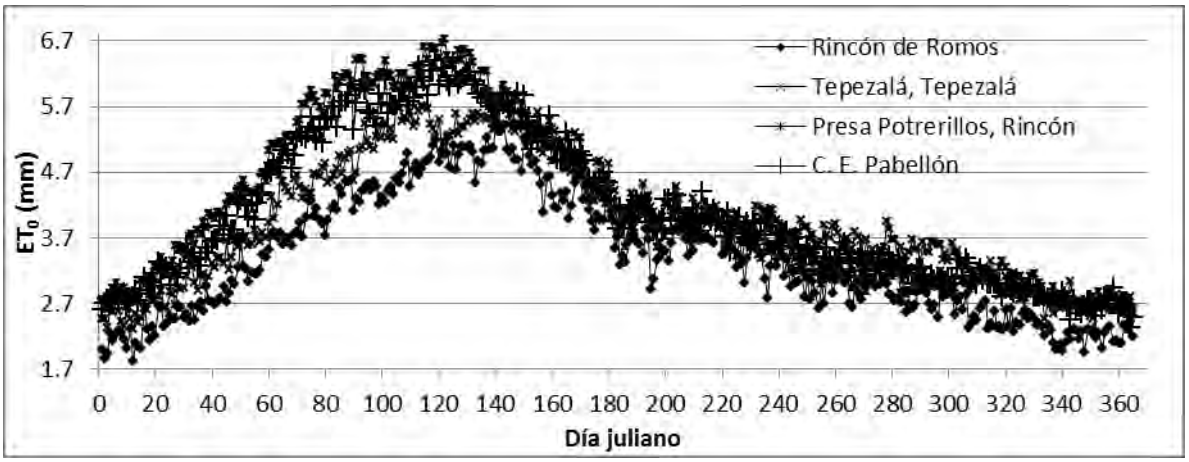


Figura 2. Comportamiento temporal de ET_0 en cuatro estaciones meteorológicas.

Los valores de P_{ef} y Req_{riego} se presentan en la Figura 5. El mayor requerimiento corresponde a Tepezalá, Tepezalá, seguido de Campo Experimental Pabellón, Rincón de Romos y Presa Potrerillos Rincón. Aun cuando los valores de ET_C no presentaron variación alta entre localidades, si hubo diferencias en el Req_{riego} y se debe principalmente al valor de la P_{ef} que para el caso de Rincón de Romos y Potrerillo hubo una diferencia de 47 mm. Puede observarse relación inversa entre ambas variables, es decir, en lugares donde la precipitación efectiva es mayor los requerimientos de riego son menores, esto sugiere la existencia de correlación espacial entre el requerimiento de riego y la precipitación efectiva, lo cual podría ser de gran beneficio para determinar las necesidades de agua de los cultivos con mayor facilidad por medio de modelos que relacionen estas variables (Smajstrla y Zazueta, 2011).

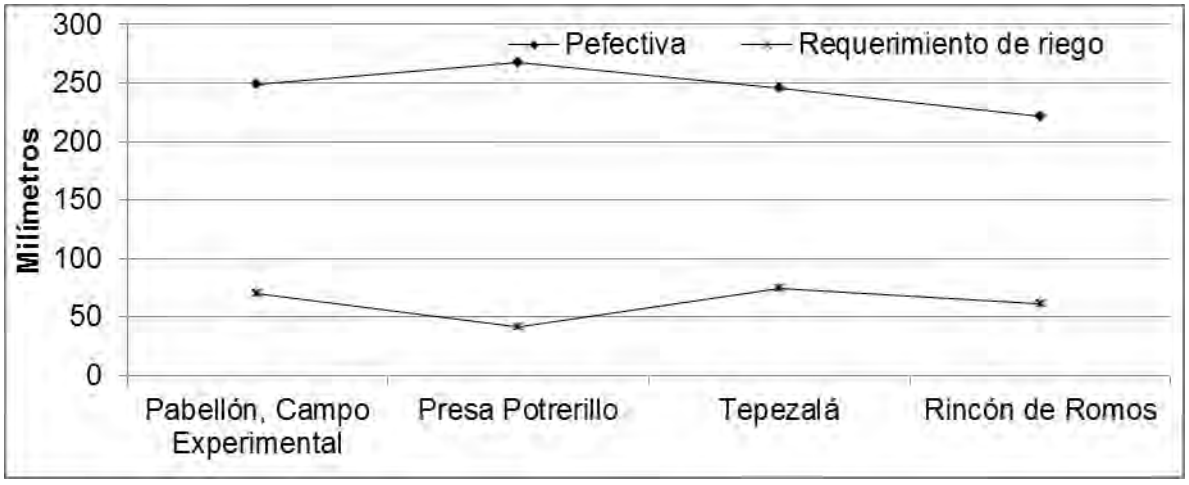


Figura 5. Relación de P_{ef} y Req_{riego} en cuatro estaciones del Valle de Aguascalientes.

CONCLUSIONES

Mediante el enfoque de coeficiente único de cultivo se determinó la ET_C y presenta valores máximos y mínimos de 281 y 320 en Rincón de Romos y Tepezalá, respectivamente.

La determinación de los requerimientos de riego mediante información fenológica y climática brinda resultados robustos y aptos para el manejo del agua en la parcela. En el Valle de Aguascalientes, este parámetro presenta variabilidad espacial, siendo el mayor en Tepezalá y el menor en Potrerillo. Sería conveniente generar modelos espaciales que estimen este parámetro a partir de variables más sencillas como lo es la precipitación acumulada o efectiva.

BIBLIOGRAFÍA

Allen, R., D. Pereira y M. Smith. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. FAO 56. Roma, Italia. 298 p.

Asencio, H. R., 2009. Diseño instalación y evaluación de un laboratorio de riego en el Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados. Tesis doctoral.

CONAGUA. 2011. Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea, Acuífero 0101 Valle de Aguascalientes. 27 p.

Doria R., O. y C. A. Madramootoo. 2009. Estimation of irrigation requierements for some crops in southern Quebec using CROPWAT. Irrigation and Drainage. Published online in Wiley Interscience: www.interscience.wiley.com; DOI: 10.1002/ird.497.

IMTA. 2007. Extractor rápido de información climatológica, v. 3. Disco. Colección de proyectos IMTA. Jiutepec, México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

Llanos, M. C. 1984. El maíz, su cultivo y aprovechamiento. Ediciones Mundiprensa, Madrid, España.

Reta, S. D. G. y R. Faz C. 1999. Respuesta del maíz a diferentes niveles de humedad en el suelo. I. rendimiento de grano y sus componentes. Terra 17: 309-316.

Santamaria, C. J., D. G. Reta S., R. Faz C. e I. Orona C. 2008. Reducción del rendimiento potencial en maíz forrajero en calendarios con tres y cuatro riegos. Terra 26: 235-241.

SIAP.2013.http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351. Página consultada el 29 de julio 2013.

Smajstrla, G. A. y F. S. Zazueta. 2011. Estimating Crop Irrigation Requierements for Irrigation System Design and Consumptive Use Permitting. Technical Publication No. AE257. University of Florida IFAS Extension.

Smith, M. 1992. CROPWAT. A Computer Program for Irrigation Planning and Management. FAO. Irrigation and Drainage paper 46. Roma, Italia. 122 p.

Zinselmeier, C., M. E. Westgate y R. J. Jones. 1995. Kernel set at low water potential does not vary with source/sink ratio in maize. Crop Science 35: 158-163.

CRECIMIENTO DE PLÁNTULA DE MELÓN (*Cucumis melo* L.) POR EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL BIOFERTILIZANTE INIFAP

[1]Jaime Carrillo-Fernández, [2]Manuel Reveles-Hernández, [2]José Ángel Cid-Ríos, [2]Luis Roberto Reveles-Torres

[1]Unidad Académica de Biología Experimental, Universidad Autónoma de Zacatecas. Calzada de la Revolución Mexicana s/n, Col. Tierra y Libertad, C. P. 98600. Guadalupe, Zacatecas, México. [2]Campo Experimental Zacatecas -INIFAP, Kilometro 20.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, Calera, Zac. México. E-mail: mreveles@zacatecas.inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El uso de micorrizas en la agricultura reporta beneficios relacionados tanto con el crecimiento y desarrollo de las plantas, como en el incremento de mecanismos de defensa contra patógenos (Gardezi *et al*., 2000, Smith *et al*., 2011).

La micorriza es una simbiosis mutualística que se establece entre los hongos micorríticos arbusculares y las raíces de la mayoría de las plantas vasculares. Los hongos mediante extensas redes de micelio mejoran la captación de nutrientes poco móviles como el fosforo (Souchie y colaboradores, 2006), Cobre y Zinc, además de mejorar la absorción de agua (Augé, 2004).

Al realizar una simbiosis mutualista con la raíces de las plantas, los hongos micorrízicos juegan un papel importante para incrementar la producción agrícola, de tal manera que a través de esta interacción entre la planta y el hongo favorecen la absorción de nutrientes y agua (Alarcón y Ferrera-Cerrato, 2000, Reveles *et al.,* 2012). Además de favorecer el crecimiento de las plantas y la extracción de fósforo se ha encontrado que *Glomus intraradices* Schenck &Smith favorece la resistencia a problemas de estrés en las plantas (Çekiç *et al*., 2012), así como el desarrollo de plántulas de hortalizas (Carrillo *et al*., 2011; Reveles *et al.,* 2011).

Los trabajos realizados en plántula de melón indican que *Glomus intraradices* tiene un efecto sobre el crecimiento del cultivo y sobre el contenido de nutrientes en la planta, sin embargo, la respuesta del cultivo varía en función del genotipo evaluado (Sensoy *et al.,* 2013) y las condiciones de manejo del cultivo (Huang *et al.,* 2011).

El objetivo del presente trabajo fue de evaluar el efecto de las dosis de biofertilizante INIFAP sobre el crecimiento de la parte aérea y de raíces de plántula de melón (*Cucumis melo* L.).

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en el Campo Experimental Zacatecas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias que se localiza en el municipio de Calera,

estado de Zacatecas, México, entre los 22º 54´ 10" de latitud norte y los 102º 29´ 28" longitud oeste a una altura sobre el nivel del mar de 2198 m.

El experimento fue realizó en un invernadero tipo túnel de 10x27 m con una altura de 4 m, con cubierta de plástico transparente, ventilación lateral y calefacción para protección contra heladas, durante el periodo invierno - primavera de 2011.

Para determinar la actividad del biofertilizante en plántula se utilizó semilla de melón (*Cucumis melo* L.) tipo cantaloupe variedad Topmark de la compañía semillera Edena Seeds ™.
Se aplicó biofertilizante INIFAP con base en *Glomus intraradices* en tratamientos a la semilla y de acuerdo a la recomendación del INIFAP para semillas de cultivo básico por hectárea, para el cálculo de los tratamientos se tomó como el 100% a la dosis recomendada por el INIFAP y de allí se ajustaron dosis más altas y más bajas en un 30%, quedando los tratamientos que se enumeran (Cuadro 1).

Cuadro 1. Relación de tratamientos de inoculación y dosificación de biofertilizante aplicado en la producción de plántula de melón (*Cucumis melo* L.) variedad Topmark

Número de tratamiento	Cantidad de Biofetilizante (gramos) en semilla para una hectárea
1	0 (Testigo absoluto)
2	350
3	500
4	650

El sustrato utilizado fue de la marca comercial *Sun Shine* número 3, a base de turba con una textura fina, por lo que es recomendado para la producción de plántula de hortalizas en contenedores (Reveles-Hernández *et al*., 2010).

Para la siembra de la semilla, se utilizaron vasos de unicel del número 12 realizándoles una perforación en el fondo de 7 milímetros de diámetro, utilizando para ello un lápiz con punta. El llenado de los vasos con el sustrato húmedo se realizó sin compactar ni generar presión, a fin de evitar compactación del sustrato y posibles problemas de drenado, de forma manual, de manera uniforme, creando una depresión para introducir la semilla en cavidad.

Para evaluar el desarrollo y crecimiento de la plántula de melón, a los 35 días después de la siembra, se tomaron en cuenta las variables de respuestas: altura de la planta expresado en

centímetros (cm), diámetro de cuello en milímetros (mm), longitud de raíz en centímetros (cm), volumen de raíz en mililitros (ml), diámetro de hoja en centímetros (cm), longitud de peciolo de la hoja en centímetros (cm), así como el peso seco de los órganos hoja, tallo y raíz expresado en gramos (gr).

El ensayo fue conducido por un diseño establecido completamente al azar, con cinco repeticiones cada tratamiento, en donde cada tratamiento estuvo representado por cuatro vasos con una planta en cada uno de ellos. Para la evaluación final se tomo una planta por cada tratamiento y repetición.

Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente con el Paquete de diseños experimentales FAUANL versión 2.5. (Facultad de Agronomía de al Universidad Autónoma de Nuevo León, 1994).

RESULTADOS Y DISCUSION

Al analizar estadísticamente los valores de la variable altura de planta se destacaron diferencias altamente significativas (α=0.01) entre los tratamientos evaluados, la comparación de medias por el método de Diferencia Mínima Significativa (DMS) con un nivel de significancia del 0.01, arrojo que el tratamiento 2 (aplicación de biofertilizante en semilla al 70%) se expresó estadísticamente superior al resto de los tratamientos.

El análisis de varianza para la variable diámetro de tallo expreso diferencias altamente significativas entre tratamientos (α=0.01), la prueba de comparación de medias por el método de DMS con un nivel de significancia de 0.01, especifica que el tratamiento 3 (aplicación de biofertilizante en semilla al 100%) fue estadísticamente superior al resto de los tratamientos. Los tratamientos 4 (aplicación de biofertilizante en semilla al 130%) y el 2 (aplicación de biofertilizante en semilla al 70%) se muestran estadísticamente iguales entre sí, aunque son menores que el tratamiento 3; pero estadísticamente superiores al tratamiento 1 (cuadro 2).

El análisis de varianza realizado a las variables longitud y volumen de raíz reflejó que los tratamientos no son estadísticamente diferentes entre sí.

Para las variables relacionadas con el crecimiento de la hoja (longitud del peciolo y diámetro de la hoja), el análisis de varianza solo detectó diferencias estadísticamente significativas para longitud del peciolo que al realizar la comparación de medias refleja que por el método de DMS con un nivel de significancia de 0.05, especifica que los tratamientos 2 (aplicación de

biofertilizante en semilla al 70%) y el 3 (aplicación de biofertilizante en semilla al 100%) son estadísticamente iguales y superiores al resto de los tratamientos. El tratamiento 1 (Testigo absoluto); aunque siendo menor que los tratamientos anteriores, pero a su vez estadísticamente superior al tratamiento 4 (aplicación de biofertilizante en semilla al 130%) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación de medias para las variables de crecimiento de plántula por el método de Diferencia Mínima Significativa con un nivel de significancia de 0.01, en melón (*Cucumis melo* L.*)* inoculadas con *Glomus intraradices* en condiciones de invernadero.

Tratamiento	Altura de planta	Diámetro del tallo	Longitud del peciolo
2	12.20 A	3.368 AB	3.8 A
4	11.10 B	3.482 AB	3.1 B
3	10.90 B	4.040 A	3.7 A
1	10.70 B	2.370 B	3.5 AB

Nota: medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

Los resultados obtenidos concuerdan con los reportados por Hunag y colaboradores (2011), quienes encontraron un efecto positivo sobre parámetros fisiológicos y de fotosíntesis en plántula de melón, así como en la altura de la planta al ser sometida a condiciones de déficit de agua.

CONCLUSIONES

La aplicación de *Glomus intraradices* tuvo efecto positivo sobre el crecimiento de plántulas de melón (*Cucumis melo* L.) de la variedad Topmark en condiciones de invernadero.

La respuesta de la plántula de melón (*Cucumis melo* L.) de la variedad Topmark se expresó aun en la dosis más baja evaluada en este ensayo.

BIBLIOGRAFÍA

Alarcón A. y Ferrera-Cerrato, R. 2000. Ecología, fisiología y biotecnología de la micorriza arbuscular. Ed. Mundi Prensa. 251 p

Augé, R. M. 2004. Arbuscular mycorrhizae and soil/plant water relations. Can. J. Soil Sci. 84: 373–381.

Carrillo F., J.; M. Reveles H.; y L. R. Reveles T. 2011. Efecto de la dosificación de *Glomus intraradices* en el desarrollo vegetativo y radicular en la producción de plántulas de *Cucurbita pepo* L. Memoria 3er Congreso Internacional de Biología, Quimica y Agronomía. Guadalajara, Jal., Mexico.

Çekiç, F. Ö.; Ünyayar, S.; Ortaş, İ. 2012. Effects of arbuscular mycorrhizal inoculation on biochemical parameters in *Capsicum annuum* grown under long term salt stress. Turkish Journal of Botany. 36:63-72

Gardezi, A. K.; Cetina, V. M.; Talavera, D.; Ferrera, R.; Rodríguez F. y Larqué, M. 2000. Efecto de la inoculación con endomicorriza arbuscular y dosis creciente de fertilización fosfatada en el crecimiento de chapulixtle (*Dodonaeaviscosa*). Terra 18:153-159.

Huang Z.; Zou, Z.; He, Ch.; He Z.; Zhang Z.; Li J. 2011. Physiological and photosynthetic responses of melón (*Cucumis melo* L.) seedling to three *Glomus* species under wáter déficit. Plant Soil. 339:391-399

Reveles-Hernández M.; Huchín-Alarcón, S.; Velásquez-Valle, R.; Trejo-Calzada, R.; y Ruiz-Torres, J. 2010. Producción de Plántula de Chile en Invernadero. Folleto Técnico Núm. 41. Campo Experimental Valle del Guadiana, CIRNOC-INIFAP, México, 40p.

Reveles H., M.; L. R. Reveles T.; R. Velásquez V. y J. Carrillo F. 2011. Efecto de la aplicación de *Glomus intraradices* en el desarrollo vegetativo y radicular de plántula de *Cucurbita pepo* L. AGROGAZ. 11: 67-72

Reveles-Hernández, M.; M. A. Galindo-Reyes; R. Velásquez–Valle; L. R. Reveles-Torres, R. Trejo-Calzada. 2012a. Aplicación de *Glomus intraradices* Schenck &Smith en el crecimiento de plántula de chile mirasol en invernadero. Memoria Novena Convención Mundial del Chile., Zacatecas, Zac., México.

Sensoy, S.; Bicer, S. and Unsal H. 2013. Arbuscular micorrhizal fungi affect seedling growth of melón hybrid cultivars. International Journal of Agriculture & Biology. 15:392-394.

Smith, S. E.; Jakobsen, I.; Grønlund, M. and Smith F. A. 2011. Update on Arbuscular Mycorrhizas and Phosphorus Nutrition . Roles of Arbuscular Mycorrhizas in Plant Phosphorus Nutrition: Interactions between Pathways of Phosphorus Uptake in Arbuscular Mycorrhizal Roots Have Important Implications for Understanding and Manipulating Plant Phosphorus Acquisition. Plant Physiology, 156:1050–1057

Souchie, E.L., R. Azcón, J.M. Barea, O.J. Saggin-Júnior, and E.M. Ribeiro da Silva. 2006. Phosphate solubilizing and arbuscular mycorrhizal fungi. Pesq. Agropec. Bras. 41(9):1405-1411.

DESARROLLO DE UN SOFTWARE PARA CALCULAR LAS EFICIENCIAS ELECTROMECÁNICAS EN EQUIPOS DE BOMBEO (EFEL 1.0)

Delgado Ramírez Gerardo[1], Rivera González Miguel[1], Estrada Ávalos Juan[1], Trucíos Caciano Ramón[1], Esquivel Arriaga Gerardo[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

Diversos especialistas definen la eficiencia electromecánica como la relación entre la energía eléctrica suministrada a un motor eléctrico (potencia eléctrica) y la energía mecánica que realiza un motor para extraer agua del subsuelo, también llamada potencia hidráulica (Cisneros, 1977; Peña, 1989; Viejo, 2000; CNA, 2009). En otras palabras, es la relación entre la energía eléctrica consumida y el volumen de agua extraído por la bomba.

En México, el costo de la energía eléctrica en el sector agropecuario representa alrededor del 30 por ciento de los costos de producción del producto primario (Delgado *et al*., 2013), por la extracción del agua subterránea para la irrigación de los cultivos forrajeros, de ahí la importancia de evaluar periódicamente la eficiencia electromecánica de los equipos de bombeo de pozo profundo con la finalidad de monitorear y en su caso mejorar la relación entre la energía consumida y el volumen de agua extraído a través de acciones que permitan reducir el consumo de la energía eléctrica.

En nuestros días, permanece vigente la Norma Oficial Mexicana que trata sobre la eficiencia energética electromecánica en equipos de bombeo para pozo profundo en operación (NOM-006-ENER-1995). Esta Norma tiene como finalidad establecer el nivel mínimo de eficiencia electromecánica para la operación de los equipos de bombeo para riego agrícola y servicios municipales, y para bombas verticales tipo turbina con motor eléctrico: externo o sumergible. La Norma establece que cuando el equipo de bombeo no alcance el valor mínimo permisible será necesario rehabilitarlo para reducir su consumo de energía, con el fin de contribuir a la preservación de los recursos energéticos. Además, especifica el método de prueba para verificar el cumplimiento de los valores mínimos establecidos de dicha eficiencia, en base a los intervalos de potencias del motor eléctrico (de 7.5 a 350 hp).

El presente software calcula la eficiencia electromecánica de acuerdo a la metodología propuesta por la Norma Oficial Mexicana (NOM-006-ENER-1995). En base a la eficiencia calculada y a los valores mínimos permisibles por la Norma, este genera una serie de

recomendaciones o sugerencias dirigidas al usuario para que confronte con los proveedores del servicio de instalación o mantenimiento de los equipos con el objeto de mantener o mejorar la eficiencia al valor mínimo permisible. Asimismo, el software calcula el porcentaje de recargo o penalización que ejecuta la Comisión Federal de Electricidad (CFE) a todos los usuarios por tener un factor de potencia menor al valor de 0.90. De igual forma realiza un análisis de optimización del calibre del conductor de energía eléctrica desde el arrancador hasta el motor eléctrico. Finalmente, genera una base de datos sobre las evaluaciones y mantenimientos que se realicen a cada pozo y/o equipo con el propósito de facilitar el control de los servicios de instalación y mantenimiento de la bomba, arrancador, transformador, motor eléctrico, cables conductores, etc. Todo esto, con la finalidad de contribuir en la disminución de los costos de la energía eléctrica por la extracción del agua subterránea.

MATERIALES Y MÉTODOS

En este apartado se describe la metodología aplicada para el desarrollo del software, esta se basa principalmente en el procedimiento establecido por la Norma Oficial Mexicana 006 (NOM-006-ENER-1995); donde dicha eficiencia es la relación de la potencia medida a la salida de la bomba entre la potencia de entrada al motor eléctrico, y se expresa en porcentaje (Román *et al*., 2004; Reyes, 2005), la relación es la siguiente:

$$E.E. = \frac{(q_v)*(\rho)*(g)*(H)}{(\sqrt{3})*(V)*(I)*(fp)} \qquad (1)$$

Donde $E.E.$ es la eficiencia electromecánica (%); q_v el gasto bombeado ($m^3.seg^{-1}$); 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 es la tensión eléctrica (volt); I es la corriente eléctrica (amperes); fp es el factor de potencia (adimensional).

El menú principal del programa EFEL 1.0 comprende las siguientes cinco secciones: 1) registro de predio y pozo, 2) evaluaciones, 3) bitácora de evaluaciones, 4) bitácora de mantenimiento y 5) análisis de los conductores (Figura 1).

1) Registro de predio y pozo: En esta sección se registra el nombre del predio y la ubicación de este (municipio y estado), así como el número de pozo y el uso del agua.

2) Evaluaciones: En este apartado solamente aparecen los predios y pozos registrados con anterioridad, por lo que es imposible registrar un predio y/o pozo nuevo. En esta misma sección

se captura la fecha en que se realizó la evaluación del equipo de bombeo, así como las características del pozo, como: diámetro de la tubería de succión, diámetro de la tubería de descarga, longitud de la tubería de descarga y la elevación de la misma.

Figura 1. Menú principal del Programa EFEL 1.0.

En este mismo apartado se selecciona el tipo de bomba existente en el pozo. El software proporciona dos opciones para elegir el tipo de bomba: sumergible o no sumergible (también conocida como bomba con motor externo). Al seleccionar cualquier tipo de bomba, simultáneamente aparece un campo para la capacidad del motor eléctrico en unidades de caballos de fuerza. En caso de seleccionar la bomba no sumergible, el programa adiciona otro campo para capturar el diámetro de la flecha del motor eléctrico en pulgadas, este dato es esencial para calcular las pérdidas de carga en la tubería de succión o columna (Figura 2).

Figura 2. Ventana del software para seleccionar el tipo de bomba.

Permaneciendo en la misma sección de “Evaluaciones”, el software presenta tres técnicas de aforo para facilitar la estimación del gasto bombeado: volumétrico, con molinete digital y con el medidor volumétrico instalado en el cabezal de descarga del pozo (Figura 3). Cada una de estas técnicas requiere diferente instrumentación y por tanto su exactitud puede variar en cada caso.

Figura 3. Ventana para seleccionar la técnica de aforo para calcular el gasto bombeado.

El software también presenta una ventana para seleccionar la técnica de medición del nivel dinámico, la cual representa la distancia vertical que existe entre el nivel de referencia (base del motor) hasta la superficie del agua cuando el equipo de bombeo se encuentra en operación (Reyes, 2005). Este nivel depende prácticamente del caudal de bombeo, del tiempo de bombeo y de las características hidrogeológicas del acuífero (Quintero, 1994). Para determinar este valor, el software propone tres técnicas: sondeo, por número de tramos de tubería de columna y sonda neumática (Figura 4).

Figura 4. Ventana para seleccionar la técnica de medición del nivel dinámico.

Estableciendo los valores de gasto y nivel dinámico, se capturan posteriormente los parámetros eléctricos de la evaluación de la eficiencia electromecánica de los equipos de bombeo. En este apartado se capturan los datos de voltaje, corriente, factor de potencia y kilowatts. También estima el recargo por bajo factor de potencia. Para esto, se utiliza la fórmula establecida por la Comisión Federal de Electricidad (CFE, 2011), disponible en su página web.

3) Bitácora de Evaluaciones: Esta sección fue diseñada para consultar el historial de las evaluaciones de un pozo determinado, en cuyo caso se selecciona el nombre del predio y el número de pozo registrado previamente. Además presenta los resultados de la evaluación a detalle donde se observa lo siguiente: fecha de la evaluación, nombre del predio, localización del predio, número de pozo, uso del agua, así como los datos de gasto, nivel dinámico, factor de potencia y sobre todo la eficiencia electromecánica calculada.

4) Bitácora de Mantenimiento: En esta sección del software se capturan los datos de mantenimiento que se realicen a los pozos y equipos de bombeo. Para ello, es importante seleccionar previamente el nombre del predio y el número de pozo registrado con anterioridad. Los datos que se capturan en el software son: fecha, características del pozo (diámetro de ademe, diámetro de la tubería de columna, diámetro de flecha, etc.), características del arrancador (tipo, capacidad, etc.), motor eléctrico (capacidad, factor de servicio, consumo de energía, etc.), así como de la bomba o cuerpo de tazones (tipo, capacidad, numero de pasos o tazones, número del tazón, etc.).

5) Análisis de los Conductores: En ella se realiza un análisis de los conductores del equipo de bombeo, con la finalidad de determinar el calibre óptimo para dicha instalación. En primera instancia, es necesario capturar el tipo de bomba que se encuentra instalada, posteriormente se captura el amperaje promedio consumido de las tres líneas, luego la longitud de los conductores desde el arrancador hasta el motor eléctrico, enseguida se introduce el número de conductores por línea, así como del conductor y por último el costo del kilowatt-hora.

RESULTADOS

El software EFEL 1.0 proporciona los siguientes datos de salida:

- Calculo de la eficiencia electromecánica, así como sugerencias para que el usuario las coteje con su proveedor de mantenimiento con la finalidad de incrementar dicha eficiencia al menos a lo mínimo establecido por la NOM-006-1995.

- Estimación del recargo que hace la CFE por bajo factor de potencia.

- Estimación de la potencia real consumida por el motor eléctrico.

- Genera gráficas de dispersión sobre los resultados obtenidos en la evaluación, como: gasto, nivel dinámico, factor de potencia y eficiencia electromecánica. Además, grafica las fechas de mantenimiento capturados previamente.

- Determina el calibre óptimo de los conductores, en base al amperaje consumido y sobre todo a la longitud de los conductores desde la conexión del motor eléctrico hasta el arrancador.

CONCLUSIONES

El software descrito constituye una herramienta importante para el cálculo de las eficiencias electromecánicas de los equipos de bombeo de pozo profundo, ya sea para el tipo de bomba sumergible o con motor vertical externo. Además, contribuye en un ahorro del consumo de energía eléctrica, siempre y cuando, el usuario adopte las recomendaciones generadas por el software. El impacto de este ahorro de energía se refleja en una reducción en el pago de facturación de la misma, logrando, que la extracción del agua subterránea sea rentable para la producción de productos primarios agrícolas.

El software se puede emplear como herramienta para la planeación y toma de decisiones sobre los mantenimientos preventivos o correctivos del pozo y/o del equipo de bombeo. Esto es factible, ya que el software genera una base de datos de las evaluaciones capturadas y de los mantenimientos proporcionados, los cuales son graficados para interpretar de forma atinada su interacción.

BIBLIOGRAFÍA

Briones, S. G., y I. García. 1997. Aforo del Agua de Canales y Tuberías. Editorial Trillas. Segunda Edición. México, D.F.

CFE. 2011. Comisión Federal de Electricidad. Disposiciones Complementarias con Referente al Factor de Potencia. Secretaría de Energía. Disponible en: http://www.cfe.gob.mx/negocio/conocetarifa/disposiciones complementarias/Paginas/2011.aspx. (Consulta: 26 de octubre de 2012).

Cisneros, M.L. 1977. Manual de Bombas. Barcelona, España. 2ª Edición. Editorial Imbursa.

CNA. 2009. Comisión Nacional del Agua. Eficiencia en Sistemas de Bombeo. Gerencia de estudios y proyectos de agua potable y redes de alcantarillado. Coordinación de Electromecánica. México., D.F.

Delgado, R. G., J. Estrada Á., R. Trucíos C., M. Rivera G., y E. A. Catalán V. 2013. Metodología para la Evaluación de la Eficiencia Global del Riego en Sistemas Tipo Válvulas Alfalferas: Caso Región Lagunera. Revista Chapingo. Vol. XIII. No.1. Enero-Junio 2013.

NOM-006-1995. Norma Oficial Mexicana. Eficiencia Energética Electromecánica en Sistemas de Bombeo para Pozo Profundo en Operación. Disponible en: http://www.sener.gob.mx/res/Acerca_de/nom-006-ener-95.pdf. (Consulta: 22 de octubre de 2012).

Ochoa, A. L. 1996. Métodos y Sistemas de Medición de Gasto. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). México, D.F.

Peña, C. 1989. Eficiencias Electromecánicas de los Equipos de Bombeo y de las condiciones Hidráulicas en los Pozos. Ingeniería Hidráulica en México. México D.F., México.

Quintero, S. J. 1994. Hidráulica de Pozos. Curso Internacional de Manejo y Protección de Acuíferos. Universidad Nacional de Colombia. Santa Fe de Bogotá, Colombia.

Reyes, G. R. 2005. Ahorro de Energía Eléctrica en Equipos de Bombeo Mediante Ajustes Electromecánicos. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México.

Román, L.A., y I. Sánchez C. 2004. Uso y manejo de Bombas de Uso Profundo. Folleto Técnico. Publicación Especial No. 2. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Cenid-Raspa. Gómez Palacio, Dgo., México.

Ruiz, A. A. 2001. Medidores de velocidad (hélice, turbina, y molinete). Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Jiutepec, Morelos, México.

Saldivar, C. O. 2010. Metodología de Cálculo para Determinar el Gasto Promedio Extraído de un Pozo Profundo. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México.

Sector Agrícola y Ganadero. 2012. Revista oficial de la Cámara Agrícola y Ganadera de Torreón y del Unión Ganadera Regional de la Laguna. Junio de 2012, Torreón, Coahuila, México.

Tezeta, S. J. 2011. Evaluación de la Eficiencia Electromecánica del Sistema de Bombeo de Agua Potable Estación 4. Tesis Profesional. Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad Veracruzana, Región Poza Rica-Tuxpan, México.

Viejo, Z. 2000. Bombas: teoría, diseño y aplicaciones. Editorial Limusa. Serie Tecnológicas Mecánicas. Instituto Politécnico Nacional (IPN). México, D.F.

INCREMENTO DE LA CALIDAD ESPERMATICA EN MACHOS CABRÍOS UTILIZANDO DIFERENTES TRATAMIENTOS REPRODUCTIVOS

Carrillo E[1 *], Angel-García O[2], Guillen-Muñoz JM[2], Rivas-Muñoz R[1],Zermeño H[1], Carrillo-Moreno E[2],Véliz FG[2]

[1]Instituto Tecnológico de Torreón, Torreón, Coahuila,México
[2]Departamento de Ciencias Médico Veterinarias, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, Carretera Periférico Raúl López Sánchez y Carretera a Santa Fe, CP 27054, Torreón, Coahuila, México.
Email: *evaristocarrillo@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

La caprinocultura en la Comarca Lagunera tiene una gran importancia social ya que por sus características tan importantes de rusticidad adaptación y aprovechamiento de esquilmos agrícolas es capaz de producir leche y cabritos principalmente, en condiciones climáticas desfavorables. Otro aspecto que se debe de considerar de manera importante es que la especie caprina presenta una estacionalidad reproductiva tanto en las razas locales (Delgadillo *et al*., 2003), como en las razas especializadas en producción láctea tales como la raza Alpino Francés (Carrillo *et al.*, 2010). La estacionalidad reproductiva es una limitante en la producción caprina, para evitar este fenómeno es necesario manipular la actividad sexual de los caprinos de esta Región, utilizando técnicas reproductivas como lo es por medio de la bioestimulación como el efecto macho (Veliz *et al*., 2006). Considerando que la intensidad del comportamiento sexual del macho es un factor muy importante en la respuesta sexual de las hembras al efecto macho (Walkden-Brown *et al*.,1999), es necesario buscar la forma de estimular esta actividad durante la época de reposo sexual de los machos, ya que estos disminuyen de manera importante tanto su comportamiento sexual como su calidad y cantidad espermática (Ortavant *et al*., 1985). Por lo anterior es necesario utilizar algunas técnicas que mejoren no solamente la actividad sexual sino la calidad y cantidad de los espermatozoides, como puede ser la utilización de hormonas exógenas. Por tal razón en el presente estudio se utilizaron hormonas exógenas como la testosterona y la bioestimulación como lo es utilizar hembras estrogenizadas, para que estas a su vez estimulen la actividad sexual del macho, y todo esto con la finalidad de incrementar la calidad espermática de los machos cabríos de la Comarca Lagunera mediante la utilización de diferentes tratamientos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en la Comarca Lagunera (Latitud 26º 23’ N y longitud 104º 47’ O). Se utilizaron 3 grupos (n=6, c/u) de machos cabríos adultos multiraciales (diversas razas

lecheras), estos grupos fueron homogéneos en cuanto a peso corporal, condición corporal, peso testicular, circunferencia escrotal y olor. Los cuales fueron alimentados con heno de alfalfa a libre acceso y 200 g de concentrado comercial (14% P.C.) por día por animal.

Tratamiento de los machos. El trabajo se realizó del 15 de marzo al 10 de abril del 2011. Un primer grupo de machos (G; Tratado; n =6) fueron tratados con 25 mg de testosterona/día, la cual fue aplicada cada tercer día, durante 3 semanas/animal. Un segundo grupo de machos (G; Machos + Hembras ; n= 6) estuvieron en contacto con 3 hembras estrogenizadas durante todo el periodo de estudio las cuales estaban separadas a través de una malla que permitía, la visión de los machos hacia las hembras, además a estas hembras se les aplicó 0.2 mg de Cipionato de estradiol el cual fue aplicado cada tercer día, durante 3 semanas/animal. Un tercer grupo (GC; Control; n=6) de machos fueron tratados con una solución salina cada tercer día por tres semanas a cada macho.

Prueba de calidad seminal. Antes y al final de los tratamientos a los 3 grupos de machos se les realizó una extracción de semen. Para recolectar el semen, cada macho fue expuesto durante 180 s a una hembra intacta inducida al estro mediante la aplicación de 2 mg de Cipionato de estradiol, y se utilizó una vagina artificial para obtener los eyaculados. Estos machos se acostumbraron a este manejo desde dos meses antes de empezar el estudio para que no se tuviera ninguna influencia en la obtención de los datos. En cada ocasión se determinaron aspectos cuantitativos (volumen de espermatozoides por eyaculado) y cualitativos (motilidad progresiva, y porcentaje de espermatozoides vivos); El volumen se determinó directamente en el tubo graduado en ml. Para determinar la motilidad progresiva individual, inmediatamente después de colectado el semen, una gota de semen no diluido, fue colocada entre un portaobjeto y un cubreobjeto y se utilizó una escala de 0 al 5: 0=células sin movimiento, 5=movimiento progresivo muy rápido, en el cual las células son difíciles de seguir visualmente. El porcentaje de células espermáticas vivas o móviles se determinó en la misma muestra en cinco áreas de la preparación de un cubreobjeto con tinción de eosina amarillenta dándole un porcentaje del 40 al 100.

RESULTADOS y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente estudio con respecto al volumen del eyaculado, aunque no se encontraron diferencias estadísticas significativas, se observó que los machos tratados tanto con testosterona como con hembras estrogenizadas incrementaron este parámetro ya que antes del estudio fue de 0.2±0.5 ml y 0.3±0.0 ml respectivamente, y después del tratamiento se incrementó a 1.2±0.0 ml y 0.7±0.0 ml respectivamente, mientras que los machos testigos a los

cuales no se les aplicó ningún tratamiento, su volumen disminuyó de 0.6±0.5 ml a 0.2±0.0 ml, (P>0.05). Estos valores obtenidos en los machos tratados se consideran buenos ya que solamente se pueden obtener en la época natural de reproducción. Así mismo la motilidad progresiva considerada un aspecto muy importante en la calidad seminal aunque no existieron diferencias estadísticas significativas los valores se incrementaron en los machos que fueron tratados con testosterona y hembras estrogenizadas, ya que antes del estudio obtuvieron 1.0±0.0 y 2.0±0.1, respectivamente y después del estudio se incrementó a 3.0±0.0 y 4.0±0.0 respectivamente, mientras que en los machos que no fueron tratados este parámetro no se incrementó al contrario disminuyó ya que antes del estudio el valor fue de 3.0±0.0 y después fue de 2.0±1.0, (P>0.05). De la misma forma aunque no existió diferencia significativa en viabilidad, en los machos tratados tanto con testosterona como con hembras estrogenizadas, este parámetro se incrementó notablemente ya que antes del estudio fue de 36.0±4.0 y 61.0±11.6 respectivamente, y al final del estudio fue de 78.0±7.2 y 90±0.0 respectivamente, Con respecto a la intensidad del olor (feromonas) los machos tratados fueron superior a los machos control al final del estudio, encontrando valores antes del estudio de 0.7±0.1, para (GC; Control); 0.5±0.2 para (G; Tratado) y de 0.6±0.1 para (G; Machos + Hembras), y después del estudio de 0.8±0.2; 1.8±0.3; 1.5±0.3 respectivamente (P≤ 0.05; Tabla 3), esta variable se considera muy importante en el comportamiento sexual del macho. Retomando los valores obtenidos en los machos tratados en cuanto a volumen, motilidad, y viabilidad aunque no existieron diferencias significativas, estos valores se incrementaron notablemente lo que se consideran buenos parámetros y que son similares a los obtenidos en la época natural de reproducción, aunado a esto la intensidad del olor en ambos grupos de machos tratados fue superior estadísticamente, lo cual se puede considerar que estos machos tienen la capacidad de inducir a las hembras a la actividad sexual durante la época de anestro estacional.

Tabla 2. Análisis de calidad espermática de los grupos experimentales de machos cabríos al final del período de estudio.

Grupos	Volumen	Motilidad	Viabilidad
Control	0.2±0.0[a]	2.0±1.0[a]	60.0±21.0[a]
T4	1.2±0.0[a]	3.0±0.0[a]	78.0±7.0[a]
M + Hembras	0.7±0.0[a]	4.0±0.0[a]	90.0±0.0[a]

Las letras a,b,c indican diferencias significativas entre grupos a P>0.05

Tabla 3**.** Peso corporaly olor de los machos cabríos antes y durante el periodo de estudio.

Grupos	Peso corporal (kg)		Olor	
	Antes	Después	Antes	Después
Control	51.0±6.5 [a]	53.8±6.9 [a]	0.7±0.1[a]	0.8±0.2[a]
T4	50.0±5.2 [a]	52.7±5.5 [a]	0.5±0.2[a]	1.8±0.3[b]
M+Hembras	47.2±2.8 [a]	54.7±2.8 [a]	0.6±0.1[a]	1.5±0.3[b]

Las letras a,b,c indican diferencias significativas entre grupos a P>0.05

CONCLUSIÓN

Los resultados del presente estudio permiten concluir que en los parámetros de volumen, motilidad progresiva y viabilidad del semen de los machos aunque no hubo diferencias estadísticas significativas, se incrementó notablemente tanto en los machos tratados con testosterona como con hembras estrogenizadas, durante el periodo de estudio, mejorando la calidad espermática de los machos que recibieron estos tratamientos, así mismo la intensidad del olor fue superior en los machos tratados.

BIBLIOGRAFÍA

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 Pecu1(2):169-178

Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Veliz, F.G. Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Malpaux, B. 2003. Control de la reproducción de los caprinos del subtropico mexicano utilizando tratamientos fotoperiodicos y efecto macho Vet. Mex. 34(1):69-79.

Ortavant, R., Pelletier, J., Ravault, J.P., Thimonier, J.,Volland-Nail, P., 1985. Photoperiod: Main proximal and distal factor of the circannual cycle of reproduction in farm animals. In: Oxford Rev. of Reprod. Biol. Claredon, Oxford, Vol. 7, 303-345.

Veliz, 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

Walkden-Brown, SW, Martin GB, and Restall BJ. 1999. Role of male-female interaction in regulating reproduction in sheep and goats. J. Reprod. Fertil. Suppl. 52:243.257.

LABRANZA DE CONSERVACIÓN EN EL ALTIPLANO ZACATECANO

Alfonso Serna Pérez*, Francisco G. Echavarría Ch., Jorge A. Zegbe Domínguez

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Zacatecas
*E-mail: aserna@zacatecas.inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En México al menos el 60% de la superficie del país presenta algún grado de deterioro del suelo (SEMARNAT, 2012). El más evidente es la erosión ya sea hídrica o eólica que afecta negativamente los procesos relacionados con la hidrología, ciclo de nutrientes y captación de la energía. Lo que resulta en la oxidación de la materia orgánica, reducción de la fertilidad del suelo, reducción y pérdida de poblaciones de organismos microscópicos del suelo, compactación, reducción de la velocidad de infiltración, perdida de la estructura (Brady y Weil, 2000), acidificación, reducción de la cobertura vegetal y paulatinamente la perdida de especies vegetales de importancia económica y ecológica, entre otros problemas que reducen su calidad (Whisenant, 1999).

Alrededor de 600 mil hectáreas en promedio por año se siembran de temporal en Zacatecas en donde el frijol es el cultivo más frecuente. El laboreo continuo, la nula incorporación de residuos de cosecha o la realización de prácticas de laboreo cuando la acción del viento es más intensa, son algunos de los ejemplos de prácticas agrícolas que han reducido el contenido de materia orgánica, la fertilidad, e incrementado la intensidad del efecto de la erosión eólica e hídrica (Echavarría *et al*., 2003). En los terrenos agrícolas de temporal la erosión hídrica alcanza anualmente en promedio las 15 ton/ha/año, mientras que el límite máximo permisible es de un rango de apenas 2 a 3 ton/ha/año. Además en la zona productora de fríjol del norte centro del estado, considerada la zona productora más importante del país, las perdidas por erosión eólica son de consideración sobre todo si se toma en cuenta que aproximadamente el 70% de los suelos tienen una profundidad menor a los 30 cm. de profundidad (SPP, 1981), lo que magnifica los problemas de agotamiento de la fertilidad y deterioro de la calidad del suelo que resulta en bajos rendimientos y problemas de manejo y laboreo de los suelos.

Para lograr la sostenibilidad de la producción agrícola a largo plazo es necesario que los recursos agua y suelo no estén degradados (Stewart, 1994). Seybold y colaboradores (1999) establecen que la productividad sostenida de un suelo está basada en mantener su funcionamiento (hidrológico, como fuente de nutrientes y sostén, etc.) a largo plazo, por lo que para incrementar su resistencia y resiliencia es necesario llevarlo a un uso del suelo acorde con

sus capacidades, es decir con cobertura vegetal y laboreo limitado, como un pastizal o un sistema de labranza de conservación. El objetivo del estudio fue evaluar el sistema de producción de frijol de temporal bajo labranza de conservación junto con surcado al contorno y rotación de cultivos, determinando su efecto sobre el rendimiento, materia orgánica y propiedades físicas del suelo además de la relación beneficio costo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se estableció bajo condiciones de temporal en los terrenos del Campo Experimental Zacatecas del INIFAP durante el período de 2008 a 2010, en un suelo clasificado como Kaztanozem (Michéli et al., 2006), con precipitación promedio anual de 420 mm. La rotación de cultivos se estableció conforme a las condiciones lluviosas de cada año. En 2008 el temporal se estableció en la primera decena de julio, sembrándose la rotación frijol-maíz. En 2009 el temporal se estableció hasta la tercera decena de julio sembrándose la rotación frijol-avena. En el ciclo invierno-primavera (IP) 2009-2010 la precipitación fue suficiente para establecer avena sin rotación de cultivos, sembrándose el 20 de diciembre. En todos los años los tratamientos de labranza fueron: Labranza de Conservación con siembra sobre los residuos del cultivo del año anterior siguiendo la curva de nivel, dos aplicaciones de herbicida (Basagran, 2 l ha^{-1}) y deshierbe manual para controlar la maleza; y Labranza Tradicional que consistió en un paso de arado, dos pasos de rastra, siembra mecánica en surcos rectos, dos escardas con deshierbe manual para control de la maleza y cosecha mecánica sin dejar residuos de cosecha. Ambos sistemas se establecieron en áreas contiguas. Para la rotación de cultivos, éstos se establecieron en franjas intercaladas. La siembra se realizó en surcos de 76 cm y las densidades de siembra, fertilización y control de plagas se hicieron de acuerdo a las recomendaciones del CEZAC en cada cultivo. El experimento se condujo en un diseño completamente aleatorio donde los tratamientos se replicaron cinco veces.

Se determino el rendimiento de grano en todos los cultivos y el rendimiento de forraje en maíz y avena en cada ciclo agrícola. La relación B/C se estimó considerando los precios regionales para cada año de evaluación. Entre octubre y noviembre de 2010, después de seis meses de descanso, en los suelos de las unidades experimentales se realizó el estudio comparativo del efecto de los sistemas labranza de conservación y convencional sobre las variables del suelo: contenido de materia orgánica (Schnitzer, 1982); resistencia a la penetración (Herrick y Jones, 2002); profundidad del frente de humedecimiento (Herrick *et al*., 2005); y la estabilidad de agregados (clase) de la capa superficial del suelo mediante la técnica de Herrick *et al*. (2001). El

suelo bajo labranza de conservación ha acumulado la acción de 5 años de tratamiento hasta el final de la presente evaluación.

La información se analizó con un modelo lineal completamente al azar con el procedimiento GLM del sistema de análisis estadístico (SAS Institute, 2002-2003). Antes del análisis, las variables expresadas en porcentaje fueron trasformadas a arco-seno raíz cuadrada de su valor. Los valores medios por tratamiento, de las variables transformadas, se indicaron después de su re-transformación. La prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) se utilizó como criterio en la comparación de medias de tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSION

La acumulación de precipitación durante las estaciones de crecimiento de los cultivos evaluados fue de 387 mm y 218 mm durante los ciclos verano-otoño de 2008 y 2009; respectivamente, y 227 mm en el ciclo invierno primavera 2009-2010, por lo que las condiciones de precipitación en el período de evaluación fueron muy contrastantes, lo que permitió una evaluación más completa de los sistemas de labranza. En los tres ciclos agrícolas de evaluación los rendimientos de grano y forraje fueron estadísticamente iguales (P>0.05) entre los sistemas de labranza de conservación (LC) y tradicional (LT). En 2008 el rendimiento de grano de frijol fue de 2106 y 2124 $kg \cdot ha^{-1}$, mientras que el rendimiento de grano de maíz fue de 1931 y 1712 $kg \cdot ha^{-1}$ para LC y LT, respectivamente. La producción de forraje seco fue de 3245 y 3230 $kg \cdot ha^{-1}$ para LC y LT. En los dos ciclos restantes la caída en la precipitación acumulada redujo significativamente los rendimientos de grano y forraje siendo más pronunciada la disminución del rendimiento en LC. En 2009 el rendimiento de grano de frijol fue de 439 y 660 $kg \cdot ha^{-1}$ y el de grano de avena de 555 y 1116 $kg \cdot ha^{-1}$ para LC y LT, respectivamente. El rendimiento de forraje seco de avena fue de 2057 y 3260 $kg \cdot ha^{-1}$ en LC y LT. En el ciclo invierno primavera 2009-2010 los rendimientos de grano de avena fueron de 171 y 686 $kg \cdot ha^{-1}$ y los de forraje de 4390 y 5935 $kg \cdot ha^{-1}$ para LC y LT, respectivamente.

El contenido de materia orgánica y las variables físicas del suelo fueron estadísticamente diferentes (P<0.05) entre los sistemas de labranza evaluados (Cuadro 1). En la labranza de conservación no se efectúan labores de preparación del terreno y la siembra se realiza sobre una capa de residuos de cosecha que cubren al menos 30% de la superficie del suelo (Brady y Weil, 2000). De esta forma se han promovido cambios significativos en la capa superficial del suelo de la parcela con LC. Los residuos de cosechas incrementaron el contenido de materia orgánica del suelo en comparación con LT (Cuadro 1), muy probablemente por la recuperación

de poblaciones de macro y micro organismos del suelo y su acción descomponiendo el material vegetal e incorporándolo al suelo como sustancias más simples (Sparks, 1995).

Cuadro 1. Materia orgánica y propiedades físicas del suelo en dos sistemas de labranza en el CEZAC, al final de la evaluación en Octubre de 2010.

Variable del suelo	Sistema de labranza	
	de Conservación	Tradicional
Materia orgánica del suelo (%)	2.3 a	1.2 b
Estabilidad de agregados (clase)	3.3 a	1.8 b
Resistencia a la penetración (J cm^{-1})	15.8 b	20.6 a
Frente de humedecimiento (cm)	17.0 a	11.5 b

Entre columnas, medias seguidas por diferente letra indican diferencias significativas (Tukey, 0.05).

La incorporación paulatina de material orgánico en LC promovió la formación de agregados del suelo más estables, por lo que alcanzó un promedio de clase mayor que la de LT, esto indica también un mayor grado de desarrollo de los agregados del suelo (Herrick *et al*., 2005). La resistencia a la penetración, que es un estimador de la dureza del suelo, se redujo como resultado de la acción de LC (Cuadro. 1). Esto favorece la nacencia de las plantas, crecimiento de raíces y facilita y mejora la siembra mecánica de las semillas de los cultivos. Finalmente la profundidad del frente de humedecimiento, que es un estimador de la mejoría en la infiltración y el drenaje interno del suelo (Brady y Weil, 2000), fue mayor en LC que en LT. Esta variable indica también mejoría en el ciclo hidrológico del suelo (Whisenant, 1999).

La relación beneficio-costo global para el período de evaluación de los sistemas de LC y LT se presenta en el Cuadro 2. En promedio LC tuvo una relación beneficio-costo ligeramente mayor que LT. Sin embargo en términos reales, la cantidad de dinero percibido por el productor siempre fue mayor en LT que en LC, ya sea que se elija la venta de grano de avena o como pacas de avena forrajera. En el primer caso el beneficio global fue de $9,682.80 en LT contra $7,805.70 en LC. Mientras que en el segundo caso el beneficio fue de $10,131.60 para LT contra $9,601.40 para LC.

Cuadro 2. Relación beneficio-costo (B/C) global para el período de evaluación 2008-2010 en los dos sistemas de labranza estudiados.

Cultivo	Relación B/C por sistema de labranza	
	Tradicional	de Conservación
Global con avena de grano	1.13	1.17
Global con avena forrajera	0.87	1.15

CONCLUSIONES

Debido a los beneficios obtenidos en otras áreas del altiplano central de México, la labranza de conservación se propuso como una técnica para el mejoramiento de los suelos degradados del altiplano Zacatecano. Los rendimientos de los cultivos bajo labranza de conservación fueron similares a los de la labranza convencional cuando la precipitación acumulada en el ciclo del cultivo fue de 380 mm. Sin embargo, con precipitaciones de 220 mm o menos los rendimientos se redujeron sobre todo en labranza de conservación. A pesar de la variación en la precipitación pluvial, después de 5 años con el sistema de labranza de conservación, el suelo mostró recuperación en su calidad con incrementos significativos en el contenido de materia orgánica, estabilidad de agregados y profundidad del frente de humedecimiento y reducción en la resistencia a la penetración. En promedio la labranza de conservación tuvo una relación beneficio-costo ligeramente mayor que la labranza convencional. Sin embargo en términos reales, la cantidad de dinero percibido por el productor siempre fue mayor bajo el sistema de labranza convencional que en labranza de conservación.

BIBLIOGRAFÍA

Brady N.C., Weil R.R. 2000. Elements of the nature and properties of soil. 12th edition. Prentice-Hall, Inc. New Jersey, USA. 559 p.

Echavarría- Cháirez, F.G., G. Medina-García, y A. Serna-Pérez. 2003. Aptitud y deterioro de suelos de zonas áridas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Zacatecas. Documento de circulación interna, 64 p.

Herrick J.E., Whitford W.G., de Soyza A.G., Van Zee J.W., Havstad K.M., Seybold C.A., Walton M. 2001. Field soil aggregate stability kit for soil quality and rangeland health evaluations. CATENA 44: 27-35.

Herrick J.E., Jones T.L. 2002. A dynamic cone penetrometer for measuring soil penetration resistance. Soil Sci Soc Am J. 66: 1320-1324.

Herrick J.E., Van Zee J.M., Havstad K.M., Burkett L.M., Whitford W.G. 2005. Monitoring manual for grassland, shrubland and savanna ecosystems. Voume II: design, supplementary methods and interpretation. USDA-ARS Jornada Experimental Range, Las Cruces, NM., USA. 200p.

Michéli, E., Schad, P., Spaargaren, O. 2006. World reference base for soil resources 2006. A framework for international classification, correlation and communication. Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Soil Resources Report 103. Rome Italy, p. 128.

Schnitzer M. 1982. Organic matter characterization. In: Page AL (ed). Methods of soil analysis. Part 2, Chemical and microbiological properties. 2nd ed. Agronomy Monograph Series. American Society of Agronomy. Madison, Wis., USA. p: 581-594.

Seybold, C.A., J.E. Herrick, y J.J. Brejda. 1999. Soil resilience: A fundamental component of soil quality. Soil Science 164(4): 224-234.

Sparks D.L. 1995. Environmental soil chemistry. Academic Press. San Diego CA, USA. 267 p.

S.P.P. 1981. Síntesis Geográfica de Zacatecas. Secretaría de Programación y Presupuesto: Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. p: 1-32.

SEMARNAT. 2012. Cruzada Nacional por los Bosques y el Agua (En línea). Http://cruzadabosquesagua.semarnat.gob.mx/vii.html. Consultado el 12 abril 2012.

Stewart, B.A. 1994. Cropping system and tillage effects on soil quality in semiarid regions. In: 15th World Congress of Soil Science. Acapulco, Julio de 1994. Vol. 7a: 275-283.

Whisenant, S.G. 1999. Repairing damaged wildlands: a process-orientated, landscape-scale approach. Cambridge University Press. Cambridge, U.K. 312 p.

CALIDAD DE ALIMENTOS EMPLEADOS EN LA CRIANZA DE BECERRAS EN SISTEMAS FAMILIARES-SEMITECNIFICADOS DE PRODUCCIÓN DE LECHE

Espinosa MMA[1*], Estrada CE[2], Ramírez RE[1], Mellado BM[3], Montiel OLJ[1], Vera AHR[1], Loza GJL[4]

[1]CENID Fisiología y Mejoramiento Animal - INIFAP, [2]CE Centro Altos de Jalisco - INIFAP, [3]UAAAN, [4]CUALTOS - U de G. *Km 1 Carr. a Colón. Ajuchitlán, Colón, Querétaro. CP 76280.
marespinosa71@yahoo.com

INTRODUCCIÓN

La crianza de reemplazos es el proceso que determina en buena parte el futuro del hato productor de leche. Su producción de manera eficiente genera animales con tasas de crecimiento adecuadas y que presentarán su primer parto en peso y condición apropiada, garantizando así un mejor desempeño durante su vida productiva (Espinosa *et al*., 2011b). En los sistemas familiares de producción de leche, la crianza de reemplazos es el proceso quizá menos estudiado, a pesar de la importancia del sistema en el aporte de leche a nivel nacional, aproximadamente la tercera parte y sustento de más de 127 mil productores en todo el país (Espinosa *et al*., 2011a). Estados como Jalisco, Edo. de México, Tlaxcala, Puebla, entre otros, basan un alto porcentaje de su producción de leche en este sistema (Barrera y Sánchez, 2003).

La nutrición es el rubro de mayor costo económico para el productor (por arriba del 60% de los costos totales; Alonso, 2013) y de esta depende en una gran parte el crecimiento de las becerras de reemplazo, por lo que su aporte debe ser en cantidad y calidad apropiada. Aunque se ha descrito que la nutrición en estos sistemas puede ser deficiente (Nuñez *et al*., 2009), no se ha descrito la calidad de los alimentos empleados en la nutrición de las becerras mantenidas para reemplazo en sistemas familiares de producción. Por lo anterior, este trabajo tuvo como propósito describir el valor nutricional de alimentos suministrados durante la crianza de reemplazos en sistemas familiares-semitecnificados de producción de leche, de cinco diferentes regiones del país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se obtuvieron muestras de alimento utilizado para la alimentación de las becerras de reemplazo. Estas muestras fueron obtenidas de unidades de producción familiar (n= 128) en cinco diferentes regiones del país, Altos de Jalisco (Jalisco, n= 30), Bajío (Guanajuato-Querétaro, n= 24), Centro (Edo. de México, n= 26), Templada (Puebla-Tlaxcala, n= 27) y Saltillo (Coahuila, n= 21).

En total se obtuvieron 183 muestras de forraje y 140 de alimento concentrado. Se colectaron 200-250 g de cada uno de los alimentos y fueron almacenados en refrigeración hasta su análisis en laboratorio, esto para determinar el porcentaje de materia seca, proteína cruda y el contenido de energía bruta, para el caso del concentrado y para el caso de los forrajes, los mismos componentes analizados en el concentrado, más el porcentaje de la fibra detergente neutro (FDN).

El porcentaje de materia seca se determinó gravimétricamente por pérdida de peso en estufa, de acuerdo al método AOAC 930.15. La concentración de proteína se realizó por el método Kjeldahl de la AOAC 200.11. La concentración de energía bruta se determinó en un calorímetro isoperibólico Mca Parr, según el método ASTM D5865. Finalmente, la concentración de fibra detergente neutro se realizó mediante un analizador de fibras marca ANKOM de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

Para el análisis de los resultados, aquellas variables obtenidas en porcentaje (materia seca, proteína base húmeda y base seca y fibra detergente neutro), fueron transformadas mediante la opción arcoseno previo a su análisis. Todas las variables fueron sometidas a análisis de varianza para diseños completamente al azar, mediante el procedimiento GLM de SAS, para determinar el efecto de la región sobre las diferentes variables de respuesta. Aquellas que resultaron estadísticamente diferentes entre regiones, fueron sometidas a prueba de comparación de medias mediante la opción LSMEANS de SAS. Los promedios de las variables analizadas se muestran con sus valores originales no transformados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los diferentes componentes del concentrado ofrecido a las becerras resultaron ser estadísticamente diferentes entre regiones (Cuadro 1). El porcentaje de materia seca más bajo se obtuvo en la región de Los Altos, mientras que el más alto en la región de Saltillo ($P<0.0001$). La concentración de energía bruta en base húmeda fue menor en la región de Saltillo, mientras que la mayor se observó en la región Centro ($P<0.0001$). En el caso de la concentración de energía en base seca, la región de Saltillo tuvo la menor concentración y fue diferente al resto de las regiones ($P<0.001$). Para el porcentaje de proteína cruda, tanto en base húmeda como en base seca nuevamente la menor concentración se observó en la región Saltillo y fue diferente al resto de las regiones ($P<0.0001$).

Un mayor aporte de concentrado en calidad y cantidad, permitirá acelerar el crecimiento de las becerras. Por esta razón, regiones como Saltillo, donde se observó la menor calidad del concentrado, las becerras podrían mostrar un bajo crecimiento y en consecuencia pobres

indicadores productivos-reproductivos. Esta podría ser una de las causas por las que se ha reportado que un alto porcentaje de becerras (mayor al 50%) presentan edades al parto por arriba de los 24 meses (Espinosa *et al*., 2012). Es probable que en esta región, esta menor calidad de concentrado se deba al costo de ofrecerlo durante todo el periodo de crianza. A diferencia del resto de las regiones, el 100% de los productores ofrecían el mismo concentrado durante todo el periodo de crianza. El costo asociado a su compra o producción del mismo durante todo este periodo, podría estar limitando la adquisición de uno de mayor calidad.

Cuadro 1. Materia seca, energía bruta y proteína cruda en muestras de concentrado ofrecidoa becerras de reemplazo en diferentes regiones

		REGIÓN				
		Altos (n=38)	Bajío (n=30)	Centro (n=35)	Saltillo (n=20)	Templada (n=25)
Materia (%)*	seca	89.1±0.2^{a}	90.6±0.3^{bc}	90.8±0.2^{bc}	91.2±0.2^{c}	90.2±0.4^{b}
Energía (Cal/g)*	BH	3959.7±30.2^{bc}	3877.9±34.0^{ab}	4044.8±31.5^{c}	3784.0±41.7^{a}	3932.6±37.3^{b}
Energía (Cal/g)**	BS	4440.9±49.6^{b}	4377.6±55.8^{b}	4436.0±51.7^{b}	4148.1±68.4^{a}	4364.9±62.4^{b}
Proteína (%)*	BH	16.4±0.5^{b}	17.3±0.8^{b}	16.8±0.6^{b}	11.9±0.5^{a}	16.0±0.5^{b}
Proteína (%)*	BS	18.5±0.6^{b}	19.6±1.2^{b}	18.4±0.6^{b}	13.1±0.5^{a}	17.6±0.7^{b}

BH= Base húmeda, BS= Base seca. Valores con diferente literal entre regiones, indica diferencias estadísticas significativas. *P<0.0001; **P<0.001.

Al analizar al valor nutricional por etapa en la que se ofrece el concentrado, del destete a los 6 meses y de los 6-12 meses, los valores siguieron siendo más bajos para la región de Saltillo en comparación al resto de las regiones (P<0.05; Cuadro 2). Para cubrir los requerimientos de proteína que van de 14 a 16% (Ávila, 2011), el ofrecimiento de forraje deberá ser de muy buena calidad.

Cuadro 2. Valor nutricional (base seca) de concentrado ofrecido a becerras del destetea los 6 meses y de los 6 meses a 12 meses de edad

	REGIÓN				
	Altos	Bajío	Centro	Saltillo	Templada
Concentrado					
Energía Cal/g					
Destete-6 meses**	4427.0±60.4^{b}	4401.3±66.4^{b}	4419.2±58.4^{b}	4148.1±72.7^{a}	4367.5±71.0^{b}
6-12 meses**	4427.0±55.9^{b}	4395.8±67.8^{b}	4395.8±54.0^{b}	4148.1+66.1^{a}	4340.5+66.1^{b}
Proteína %					
Destete-6 meses*	18.1±0.8^{b}	19.6±0.9^{b}	18.5±0.8^{b}	13.1±1.0^{a}	17.8±1.0^{b}
6 -12 meses*	18.2±0.8^{b}	20.7±1.0^{b}	18.3±0.8^{b}	13.1±1.0^{a}	17.7±1.0^{b}

Valores con diferente literal entre regiones, indica diferencias estadísticas significativas. *P<0.05; ** P<0.001

En lo que corresponde al valor nutricional de los forrajes analizados, el menor porcentaje de materia seca se observó en la región Bajío, que fue similar a las regiones Altos de Jalisco y Templada, pero diferente a lo observado en las regiones Centro y Saltillo (P<0.05; Cuadro 3). La concentración de energía bruta sólo mostró diferencias entre regiones para la base seca (P<0.05), la región Templada tuvo la menor concentración, similar a la región Bajío, pero diferente a las regiones Altos, Centro y Saltillo. La región Templada también tuvo la menor concentración de proteína cruda, tanto en base seca (P<0.05) como en base húmeda (P<0.01), valor similar a lo obtenido con las regiones Altos de Jalisco y Centro, pero diferentes a lo obtenido en las regiones Bajío y Saltillo. Finalmente, el porcentaje de fibra detergente neutro fue menor en las regiones de Bajío y Saltillo, en comparación a lo registrado en las otras regiones (P<0.0001).

La menor calidad de forraje registrada especialmente en regiones como la Templada, Centro y Los Altos es importante considerarla. Lo anterior en función de que el forraje puede ser el único componente de la dieta en muchas de las unidades de producción. Especialmente importante, es su inclusión en una calidad apropiada antes del primer año de edad. En aquellos casos en los que no se complementa con suministro de concentrado, es conveniente elevar la calidad de estos forrajes ofrecidos. Se ha recomendado que los niveles de inclusión de proteína en la dieta después del destete sean de 14 y hasta 16% dependiendo de su peso y edad (Ávila, 2011; Gasque, 2008), por lo que aquellos productores que sólo dependan de forraje para alimentación, no están cubriendo los requerimientos de proteína de sus becerras, como se confirmó al analizar los resultados por etapa de crianza para las mismas regiones (Cuadro 4).

Cuadro 3. Materia seca, energía bruta, proteína cruda y fibra detergente neutro en muestras de forraje, ofrecido a becerras de reemplazo en diferentes regiones

		REGIÓN				
		Altos	Bajío	Centro	Saltillo	Templada
Materia seca (%)*		91.2±0.2^{ab}	90.9±0.2^{a}	91.6±0.1^{b}	91.7±0.2^{b}	91.1±0.2^{ab}
Energía (Cal/g)	BH	3920.9±36.3	3867.4±31.7	3937.7±17.1	3930.4±26.4	3820.9±35.1
Energía (Cal/g)*	BS	4280.5±41.7^{b}	4177.7±69.3^{ab}	4298.0±20.2^{b}	4287.8±28.5^{b}	4118.4±66.4^{a}
Proteína (%)**	BH	11.0±0.8^{a}	13.7±1.2^{b}	10.9±0.8^{a}	14.7±1.1^{b}	9.5±0.6^{a}
Proteína BS (%)*		12.0±0.9^{a}	15.0±1.3^{b}	11.9±0.9^{a}	16.0±1.2^{b}	10.6±0.8^{a}
FDN (%)***		50.9±1.3^{b}	42.5±2.5^{a}	50.0±1.7^{b}	37.0±2.4^{a}	50.2±1.7^{b}

*Diferencia entre regiones (P<0.05); **Diferencia entre regiones (P<0.01); ***Diferencia entre regiones (P<0.0001)

Los requerimientos de FDN podrían estar cubriendo las necesidades en la mayoría de las regiones, aunque los valores bajos observados en la región de Saltillo (Cuadro 3 y 4) son un punto a considerar, ya que los valores mínimos de FDN requeridos para vaquillas pueden ir desde un 34% (entre los tres y seis meses de edad) y hasta un 48% (a partir de los 13 meses de edad), por lo que podrían requerir de ser suplementadas con concentrados en algunas etapas de su crecimiento (Vera *et al*., 2009).

Cuadro 4. Valor nutricional de forraje ofrecido (base seca) a becerras del destete a los 6 meses y de los 6 meses a 12 meses de edad

	REGIÓN				
	Altos	Bajío	Centro	Saltillo	Templada
Forraje					
Energía Cal/g					
Destete-6 meses	4226.2±54.8	4174.9±61.0	4292.7±48.2	4287.8±68.2	4118.4±56.7
6-12 meses	4257.6±45.2	4208.9±59.8	4288.0±48.2	4287.8±65.5	4146.7±57.5
Proteína %					
Destete-6 meses**	9.4±1.0^{a}	14.7±1.1^{b}	11.5±0.9^{a}	16.0±1.3^{b}	10.6±1.1^{a}
6-12 meses*	10.4±1.0^{a}	14.7±1.2^{b}	11.5±1.0^{a}	16.0±1.3^{b}	10.9±1.1^{a}
FDN %					
Destete-6 meses**	49.3±1.9 ^{b}	42.8±2.3^{a}	50.4±1.6^{b}	37.0±2.3^{a}	49.3±2.0^{b}
6-12 meses*	49.5±1.6^{b}	44.1±2.3^{b}	50.4±1.5^{b}	37.0±2.2^{a}	49.7±1.9^{b}

*Diferencias entre regiones P<0.01; **Diferencias entre regiones P<0.001

CONCLUSIONES

Se concluye que principalmente en la región de Saltillo y en menor medida en las regiones Templada, Altos de Jalisco, Bajío y Centro, algunos componentes del alimento utilizado para las becerras del destete a los 12 meses de edad, presentaron valores menores a lo recomendado para estas etapas de desarrollo, lo que puede repercutir en sus indicadores de desempeño. Sin embargo, para contar con mejores elementos para generar estrategias de alimentación en las becerras que permitan mejorar estos indicadores, es necesario conocer más sobre el entorno (problemas y oportunidades) del proceso de crianza en estás regiones del país, lo cual ha sido poco ha estudiado.

AGRADECIMIENTO

Se agradece al fondo sectorial SAGARPA-CONACYT por el financiamiento otorgado mediante el Macroproyecto “Mejoramiento de la productividad, competitividad y sustentabilidad de la cadena productiva de leche de bovino en México”.

BIBLIOGRAFÍA

Alonso NO. Producción lacteal y desarrollo sostenible. ABC rural 2013. Disponible en: http://m.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/abc-rural/produccion-lactea-y-desarrollo-sostenible-578080.html

Ávila GJ. Crianza y cuidado de becerras del nacimiento al parto. Memorias 7as Jornadas Bovinas. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UNAM, 29 agosto-2 septiembre de 2011; 27-41.

AOAC. Official methods of analysis. 18th ed. Association of official Analytical Chemist. Maryland. USA; 2007.

Barrera CG, Sánchez BC. Caracterización de la cadena agroalimentaria nacional e identificación de sus demandas tecnológicas. Leche. Programa Nacional Estratégico de necesidades de investigación y de transferencia de tecnología. Reporte Final Etapa II. 2003:1-41. Disponible en: www.snitt.org.mx/pdfs/demanda/bovinos-leche.pdf

Espinosa OVE, Jiménez JRA, Gil GGI, Alonso PA, Brunett PL, García HLA. Lechería Familar. En: La Jornada del Campo. La Jornada. 17 de diciembre de 2011a; No. 51. Disponible en: http://www.jornada.unam.mx/2011/12/17/cam-lecheria.html.

Espinosa MMA, Montiel OLJ. Indicadores de crecimiento y desarrollo en la crianza de vaquillas de reemplazo. Ganadero 2011b. XXXVI: 94-102.

Espinosa MMA, Montiel OLJ, Estrada CE, Mellado BM, Vera AHR, Ramírez SM. Indicadores productivos-reproductivos de vaquillas de reemplazo, en sistemas de lechería familiar. Memorias del XXXVI Congreso Nacional de Buiatria. Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos Mérida, Yucatán 2012; 1271-1278.

Gasque GR. Cría de becerras lecheras. En: Enciclopedia Bovina. Universidad Nacional Autónoma de México-Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México 2008; 437 p.

Nuñez HG, Vera AHR, Roman PH. Importancia y procesos en la producción de leche de bovino en México. En: Producción de Leche de Bovino en el Sistema Familiar. Vera AHR, Hernández AL, Espinosa GJA, Ortega RL, Díaz AE, Román PH, Nuñez HG, Medina CM, Ruíz LFJ (Eds). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Libro Técnico No. 24. México, Veracruz 2009. 382 p.

Vera AHR, Hernández AL, Espinosa GJA, Ortega RL, Díaz AE, Román PH, Nuñez HG, Medina CM, Ruíz LFJ (Eds). En: Producción de Leche de Bovino en el Sistema Familiar. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Libro Técnico No. 24. México, Veracruz 2009. 382 p.

PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE AVENA Y TRITICALE EN SIEMBRA INTERCALADA CON LEGUMINOSAS A DOBLE HILO.

Ricardo A. Sánchez Gutierrez[1], Ramón Gutiérrez Luna[1] y Héctor Gutiérrez Bañuelos[2]

[1] Campo Experimental Zacatecas. INIFAP. Km. 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, 98500 Calera de V.R. Zacatecas, México. [2] Universidad Autónoma de Zacatecas, Facultad de Medicina Veterinaria.
sanchez.ricardo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La avena tradicionalmente se utiliza como fuente de forraje para la alimentación de los rumiantes. En las características nutricionales como digestibilidad in vitro, energía neta de lactancia y la digestibilidad de la fibra detergente neutro se consideran como un buen forraje (Núñez et al 2010). Existen otras opciones que incrementan la productividad de la avena, una de ellas es el uso de otros cereales como Triticale, trigo y cebada (Núñez et al., 2008). Otra opción es la siembra intercalada de cereales con leguminosas, las ventajas de estas mezclas es el incremento de proteína cruda, biomasa y reducción de fertilizantes (Erol et al., 2009). Zacatecas cuenta con un inventario de más de 968 mil cabezas de ganado, de este número el 90% se dedica a la explotación de carne, mientras que el resto a la producción de leche (SIAP, 2008). Estas dos cadenas son las más importantes a nivel socio-económico dentro de las unidades pecuarias del estado (Sánchez y Rumayor 2010) y se caracterizan por practicarse en más de 5.5 millones de hectáreas como producción extensiva. En estas áreas la producción de forraje varia de 300 a 400Kg/ha en los matorrales áridos y de 900 a 1,000 Kg/ha en los pastizales amacollados de la región semiárida (Echavarría *et al*., 2007) La problemática de estos pastizales involucra suelos, variabilidad en la distribución de la lluvia y baja capacidad de los suelos para retener humedad (Gutiérrez *et al., 2007*), debido a escases de forraje los productores recurren al uso de forrajes cultivados en condiciones de temporal, esta actividad es de gran ayuda para suplementar al ganado en época de sequía. En condiciones de temporal es importante encontrar alternativas forrajeras de mayor rendimiento y calidad nutritiva para incrementar la producción de los hatos en las unidades de producción pecuaria del Estado. El objetivo fue evaluar siembras intercaladas de avena y triticale con chícharo (*Pisum sativum L*.) y ebo (*Vicia sativa L*.) en método de siembra a doble hilo en Villa de Cos.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se llevo a cabo en un rancho del municipio de Villa de Coz, Zacatecas situado en las coordenadas geográficas 102° 36’24 Longitud Oeste y 23°36’3 Latitud Norte, con una

altitud de 2010 msnm. La precipitación media de este municipio es de 312 mm durante el ciclo de cultivo (Medina et al 2004). En la figura 1 se presenta la distribución de la precipitación acumulada en los meses del ciclo del cultivo del año 2012, y la precipitación histórica de Villa de Cos, Zacatecas. En ella se observa que durante el año 2012 la precipitación no fue lo que se esperaría comparado con el histórico, ya que se registraron 147 mm, lo que representa un 55.7%. También se observa que durante el mes de agosto las lluvias se alejaron por lo que es muy probable que éste déficit se refleje en los rendimientos de materia seca. La siembra fue a tierra venida, el 21 de julio de 2012. El diseño experimental fue bloques completamente al azar con tres repeticiones. Se evaluaron los siguientes tratamientos con el método de surcos a doble hilo, 1) Avena monocultivo, 2) avena intercalado con chícharo, 3) avena intercalado con ebo, 4)Triticale monocultivo, 5) Triticale intercalado con chícharo, 6) Triticale intercalado con ebo, y como testigo se utilizó la avena en monocultivo con el método de siembra a voleo, la densidad de este tratamiento fue de 120 kg/ha mientras que para doble hilo fue de 70kg/ha. El porcentaje de semilla que se utilizó para la siembra intercalada fue 60:40 de cereal con leguminosa, respectivamente. la variedad de avena fue Cuauhtémoc y arne para Triticale. La unidad experimental para la siembra a doble hilo fue dos surcos de 0.76 m de ancho y 5 m de largo y para la siembra a voleo fue con un cuadrante de $4m^2$. Las variables medidas fueron rendimiento de forraje verde (FV) y seco (FS), altura de planta (AP). Los datos se analizaron mediante el paquete estadístico SAS separando las medias de los tratamientos usando la diferencia mínima significativa de 5%.

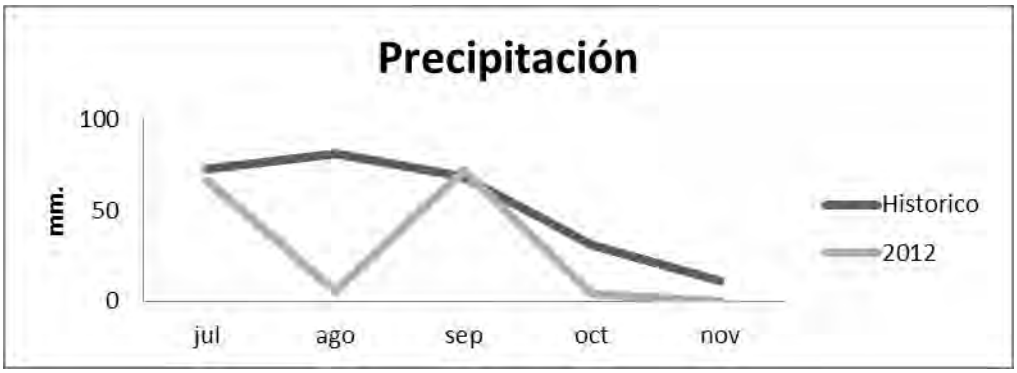


Figura 1.- Distribución de la precipitación acumulada durante el ciclo del cultivo

RESULTADOS

En el cuadro 1 se observa la altura de planta y rendimiento de forraje verde y seco de los tratamientos evaluados en Villa de Cos, Zac. En dicho cuadro se observan las diferencias estadísticas en las variables evaluadas, En AP Triticale con chícharo presento el mayor porte

con 85.6 cm y fue diferente al testigo (P<0.05), este último supero estadísticamente al tratamiento de avena con ebo (P<0.05). Para Fv las producciones que sobresalieron fueron, Avena monocultivo, con chícharo y Triticale con las dos leguminosas (P>0.05) y sus rendimientos fueron mayores a 2.5 ton ha, superando al testigo (P<0.05). En forraje seco se observaron dos grupos de alta producción, los tratamientos de mayor rendimiento del primer grupo fueron avena en monocultivo y con chícharo (P>0.05) con 0.978 y 0.984 ton ha, respectivamente. El segundo fue Triticale con leguminosas y su rendimiento fue 0.868 y 0.799 ton ha respectivamente. Para la producción de forraje seco, el sistema de siembra a doble hilo es una buena alternativa para elevar los rendimientos de materia seca por hectárea. Cabañas *et al.,* (2004) atribuye que los incrementos en el rendimiento con este sistema de siembra, se deben a que el cultivo se desarrolla dentro de un mejor ambiente, debido a las prácticas como los cultivos o aporques, mejora la captación y retención de humedad.

Cuadro 3.- altura de planta, rendimiento de forraje verde y seco evaluados en el rancho "La cantera" ubicado en el municipio de Villa de Cos.

	Altura (cm)	Fv (ton(ha)	Fs (ton/ha)
Avena monocultivo	71.4 c	2.6 a	0.979 a
Avena chícharo	66.5 d	2.63 a	0.984 a
Avena Ebo	63.66 e	1.92 b	0.689 c
Triticale monocultivo	73.4 c	2.00 b	0.552d
Triticale chícharo	85.6 a	2.56 a	0.868 b
Triticale ebo	80.6 b	2.53 a	0.799 b
Avena voleto (testigo)	65.05 d	2.01 b	0.452 d
C.V.	2.5	6.91	7.09
r2	0.97	0.89	0.95

Es importante mencionar que para una mejor toma de decisión, los análisis bromatológicos son de gran ayuda para elegir uno de los tratamientos, ya que se ha demostrado que la inclusión de las leguminosas mejora la calidad del forraje (Flores y Sánchez 2011).

CONCLUCIONES

El sistema de doble hilo en avena en monocultivo, con chícharo o Triticale con chícharo, es una alternativa para elevar los rendimientos de materia seca por hectárea.

BIBLIOGRAFÍA

Echavarría, CH.F., Serna, P.A. y Bañuelos, V.R. 2007.Influencia del sistema de pastoreo con pequeños rumiantes en un agostadero del semiárido Zacatecano: II Cambios en el suelo. Rev. Tec. Pecu.Mex. Volumen 2. pp 177-194.

Erol A.M., Kaplan, M. and Kizilsimsek. 2009. Oats (*Avena sativa*) common veatch (*Vicia sativa*) mixtures on a low-imput basis for a sustainable agriculture. Tropical grasslands. Vol 43 pp. 191-196.

Flores O., M.A. M. Palomo R. y U. Figueroa V. 2011. Producción de forraje con cereales de grano pequeño. Folleto Técnico No. 37. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. Calera, Zacatecas

Flores, O.M y Sánchez G.R.2010. producción y calidad de forraje de mezcla de Triticale-Chícharo. XXII Semana Internacional de Agronomía. Memorias.

Gutiérrez L.R., Medina, G. G. y Amador, R.M. 2007. Carga animal del pastizal mediano abierto en Zacatecas. Folleto Informativo No. 46. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. Calera, Zacatecas.

Medina, G.G. y Ruiz, C. A. 2004. Estadísticas climatológicas básicas del Estado de Zacatecas (periodo 1961-2003). Folleto Técnico No. 3

Núñez, H.G., Payán G.J., Peña, R.A., González C.F., Ruiz., B.O. y Arzola A.C. 2010. Caracterización agronómica y nutricional del forraje de variedades de especies anuales en la región norte de México. Rev. Mex. Cienc. Pecu vol.1 Num.2 pp 85-98

Sánchez, T.B. y Rumayor, R.A. 2010. Evaluación del entorno para la innovación tecnológica en Zacatecas: identificación de las cadenas productivas relevantes . Publicación especial No.18. pp 13-16. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. Calera, Zacatecas.

EL CAMBIO CLIMATICO Y LOS PRONOSTICOS DE SIMULACION SOBRE LA DISTRIBUCION DE MAÍZ (*Zea mays*) EN MEXICO

Carlos Daniel Fierro Macías[1], María Elena Torres Olave[1], Jesús Pilar Amado Álvarez[1],Luis Carlos Alatorre Cejudo[1], Jaime Octavio Loya Carrillo[1], Samuel Alberto Aguilar Estrada[1], Jesús Antonio Bencomo Sáenz[1], Claudia Karina Legarreta Miranda[1]

[1]Universidad Autónoma de Ciudad Juárez- Licenciatura en Geo informática- Campus Cuauhtémoc- km 2, Carretera Cd. Cuauhtémoc-Anáhuac, Calle Ejercito Nacional No 5220, Colonia Ejido CuauhtémocC.P.31579 Ciudad Cuauhtémoc, chihuahua, México. e-mail: jesus.amado@uacj.mx

INTRODUCCIÓN

Cada vez se presentan y aceptan más evidencias del cambio climático y sus efectos en los ecosistemas (Leguía *et al.*, 2010). Los estudios científicos demuestran la existencia de un cambio climático global natural, acelerado por factores antrópicos. Entre las principales actividades humanas que provocan este fenómeno se encuentra la liberación de gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera (Conde *et al*., 2004). El aumento de la concentración de GEI en la atmósfera genera un aumento en el promedio de la temperatura media mundial (Caballero *et al*., 2007). Una ligera variación de las temperaturas globales puede traer consecuencias graves para los ecosistemas que componen la biósfera (Leguía *et al*., 2010).

La predicción de la distribución actual y futura de las especies se ha realizado, principalmente, a través de modelos bioclimáticos, los cuales asumen que el clima es el factor más importante que limita y define la distribución (Leguía *et al*., 2010). Es pues, a partir del clima, que se pueden utilizar estos modelos para la proyección de la distribución de las especies en zonas distintas a las de su origen y bajo distintos escenarios de cambio climático (Leguía *et al*., 2010). La confianza en la habilidad de estos modelos para pronosticar el clima futuro ha aumentado, convirtiéndose en sólidas herramientas para la planeación de estrategias ante el cambio climático (Conde *et al*., 2004).

El maíz es uno de los cultivos más importantes para el mercado global, especialmente en México, país de origen, mayor exportador y consumidor de este producto (Kato*et al*., 2009). Se siembran 8 Millones de maíz con una producción anual de 17 millones de toneladas, insuficientes para satisfacer la demanda nacional que asciende a 25 ,millones de toneladas. Es un cultivo con amplia adaptación ambiental, desde el nivel del mar hasta los 3000 msnm. El ciclo de cultivo varia desde los 100 hasta los 180 días, con densidades de población que varían entre las 50,000 hasta las 110,000 ha. El objetivo de este trabajo fue modelar las distribuciones actuales y potenciales de maíz (*Zea mays*) y manzana (*Malus domestica*) para México, así

como la proyección a 2050 bajo los escenarios de cambio climático A2 y B2 con los modelos del CCCMA ("Canadian Center forClimateModelling and Analysis").

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio (Figura 1) comprende el territorio nacional mexicano, que se extiende desde los 14° hasta los 32° de latitud norte, y entre los 86° y 118° de longitud oeste. Cuenta con climas cálidos o tropicales en el sur y centro, templados en centro y norte, y áridos y semi-áridos al norte. Existe una variación en la precipitación y la temperatura medias anuales que va desde los 300 mm y 18°C en los climas secos hasta los 4000 mm y 26°C en climas tropicales y sub-tropicales.

Figura 1. Territorio Nacional Mexicano

Adicionalmente se utilizaron 26 variables ambientales para cada modelación, obtenidas a partir de los datos de WorldClim y el CCCMA, de las cuales 19 son climáticas (generadas a partir de la temperatura y la precipitación), 3 topográficas y 4 hidrológicas. Con estos insumos se generaron 3 modelos para *Zea mays*, el actual (1950-2000), y para los escenarios de cambio climático A2 y B2 (2050), todos en México, donde la especie tiene su distribución de origen. Los

modelos se generaron con el método de remuestreoBootstrap, obteniendo 100 modelos para cada una de las proyecciones de ambas especies. De estos 100 modelos se seleccionaron los mejores, para obtener el mapa consenso, teniendo como producto final 6 mapas de distribución, 3 para cada especie, de los cuales uno es para la distribución actual, otro bajo el escenario A2 y un tercero para el escenario B2.

RESULTADOS Y DISCUSION

En lo que respecta al maíz (*Zea mays*), los modelos (Figura 2) tampoco son buenos estimadores del nicho de la especie, debido al uso indiscriminado de diversas subespecies en la muestra a partir de la cual se generaron los modelos, sin embargo, el nicho existe, y, debido a su amplia distribución y gran capacidad adaptativa no se distinguen cambios importantes en la disposición de las zonas de aptitud entre los escenarios A2 y B2 con respecto al actual.

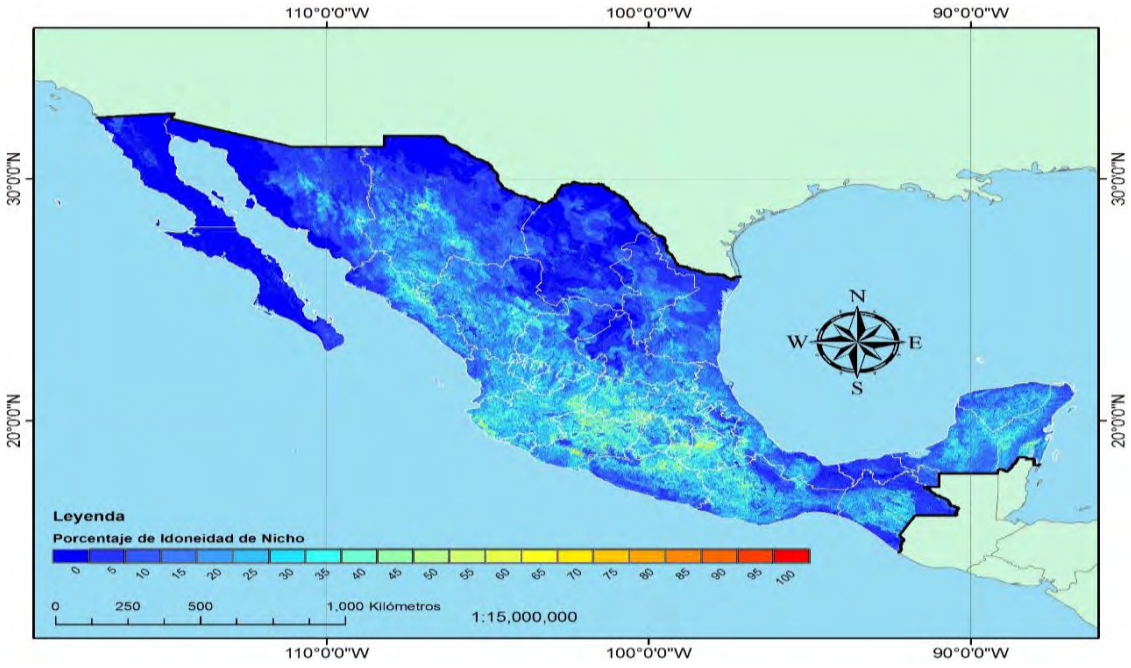


Figura 2. Mapa de idoneidad de nicho para *Zea mays*para el escenario B2

El Cuadro 1 muestra los valores de AUC (área bajo la curva) para el promedio de los 20 modelos generados para cada escenario y para cada especie, para *Malus domestica* los modelos sólo representan 78% de la distribución en el área de estudio, mientras que para *Zea mays* el 84%. A pesar de estos valores, las áreas mostradas en los mapas presentan un efecto de dispersión o de “sal y pimienta”, aunque deberían existir áreas continuas, que no permite

hablar de un análisis estadístico confiable de los modelos y la distribución potencial de las especies.

Cuadro 1. Valores de Área Bajo de la Curva Característica Operativa del Receptor

Escenario	*Zea mays*
Actual	0.836
A2	0.836
B2	0.836

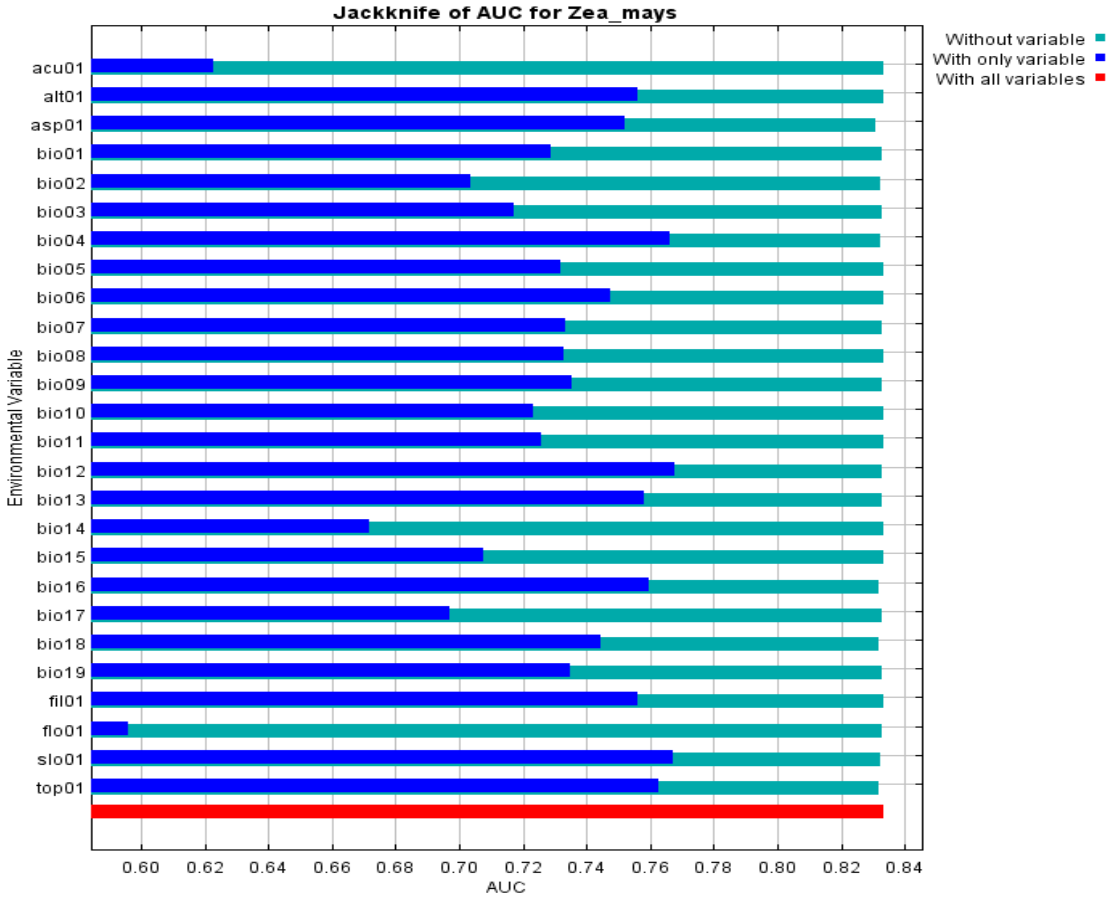


Figura 3. Gráfico de Jackknife de Area Bajo la Curva (AUC) para *Zea mays*para el escenario B2

CONCLUSIONES

Para poder obtener valores de área bajo la curva mayores para los modelos de nicho ecológico del maíz se han de generar modelos para cada una de las subespecies, pues si bien su rango

de distribución es amplio, se ve más limitado de acuerdo a los requerimientos específicos de cada subespecie. Así mismo, es posible generar modelos para las distintas variedades transgénicas de *Zea mays*, que suelen estar adaptadas a ambientes más específicos y extremos.

BIBLIOGRAFÍA

Caballero, M., Lozano, S., & Ortega, B. (2007). Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático: una perspectiva desde las Ciencias de la Tieraa. *Revista Digital Universitaria, 8*(10).

Conde, C., Ferrer, R., Gay, C., & Aeaujo, R. (2004). Impactos del cambio climático en la agricultura en México. In J. Martínez, & A. Fernández, *Cambio climático: una visión desde México* (pp. 227-238). Ciudad de México, Distrito Federal, México: Instituto Nacional de Ecología.

Kato, T., Mapes, C., Mera, L., Serratos, J., & Bye, R. (2009). *Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica* (Primera ed.). Ciudad de México, Distrito Federal, México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Leguía, E., Soudre, M., & Rugnitz, M. (2010). *Predicción y evaluación del impacto del cambio climático sobre los sistemas agroforestales en la amazonia peruana y andina ecuatoriana.* Pucallpa, Perú: Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana.

Phillips, S., & Dudík, M. (2008). Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*(31), 161-175.

COSECHADORA DE SEMILLA DE PASTOS

Ernesto Martínez Reyes[1], Alejandro Hernández Escudero[1] y Carlos Rojas Santillán[1]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Pabellón. km. 32.5 Carretera Aguascalientes-Zac. Apartado postal 20. Pabellón de Arteaga, Ags. México. CP. 20660.
martinez.ernesto@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

A través del desarrollo de nuevas máquinas para trabajos específicos se reduce el esfuerzo humano. En la elaboración de un proyecto de diseño de máquinas, se desarrollan las ideas fundamentales para la solución del problema, es decir, sobre qué principios se estará basado. El proceso de diseño abarca las necesidades y eventos que transcurren entre reconocer el problema y buscar alternativas de solución del mismo, es decir, que sea eficaz, económico y sobre todo que satisfaga la necesidad. Cuando una máquina está en funcionamiento, sus elementos y mecanismos están sometidos a diversas fuerzas, cargas y esfuerzos de diferente índole, conocidas como cargas funcionantes, que pueden ser controladas a través del cálculo de los elementos y mecanismos que la conforman, (Budynas, 2011).

Uno de los grandes problemas en la ganadería extensiva es el gran proceso de deterioro que presentan los pastizales ocasionado por varios factores, entre los que destacan los prolongados periodos de sequía y alta carga animal, lo que impide la regeneración de éstos. (Herrera y Pámanes, 2010). Beltran, 2007, menciona la necesidad de implementar programas de producción de semillas de pastos debido a que hay una deficiencia de variedades nativas, además de que las semillas extranjeras son escasas y tienen un alto costo.

El proceso de cosecha de la semilla de pasto forrajero es un proceso que en la actualidad se realiza de manera manual, siendo esta una tarea desgastante, que consume mucho tiempo y recursos. Según Alvarado 2006, en un estudio que realizó en la cosecha de semilla de pasto alambre (B. decumbens) con la cosecha manual se tiene un rendimiento de 80 kg/día ocupándose ocho jornales, mientras que con una cosechadora de tiro se obtuvieron rendimientos de 420 kg/día ocupándose dos jornales.

En Argentina, existe el diseño de una cosechadora de semilla de pasto de tracción animal para pequeños productores, esta tecnología permitió el ahorro de mano de obra, así como también de incrementos en la producción de la cosecha de la semilla de pastos, donde se obtienen rendimientos de 15 a 20 kg por ocho horas de trabajo (Tapia, 2007). Por otra parte en Venezuela, se tiene registrado una cosechadora de semilla de pastos acoplada al tractor en la

parte frontal, la cual consta de una estructura metálica, con un piso metálico y cubierto con malla metálica por arriba y atrás, para facilitar la visibilidad del operador. (Alvarado, 1983)

Bajo este marco y dada la escases de maquinaria agrícola existente en el mercado, es necesario diseñar maquinaria y equipo agrícola confiable para la cosecha correcta y económica de semillas de pastos por lo que este trabajo plantea el diseño de una máquina cosechadora de semillas de pastos, el cual es resultado del proyecto denominado "Diseño, construcción y evaluación de una cosechadora de semilla de pastos para el estado de zacatecas" con clave ZAC-2011-C01-172350 financiado por el Fondo Mixto de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica CONACYT-Gobierno del estado de Zacatecas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño que se presenta se basó en la metodología de diseño mecánico propuesta por Shigley, la cual consiste en el reconocimiento de la necesidad, la definición del problema, la síntesis, el análisis y la optimización, la evaluación y su presentación. Se desarrollan las ideas principales del prototipo cosechadora de semillas de pastos forrajeros; aquí se deciden los principios físicos y mecánicos a aplicar para la solución del problema: apariencia, estructura y principio de funcionamiento. Durante la fase conceptual, los principales criterios de evaluación fueron los siguientes:

Función: Que cumpla con el objetivo principal

Principio de trabajo: Que tenga un funcionamiento simple

Materiales: Que se construya con materiales comerciales

Producción: Que sea de manufactura sencilla

Mantenimiento: De bajo mantenimiento y fácil reparación

Económico: Que tenga un bajo costo

Con los criterios anteriores y el objetivo de cubrir la necesidad de eficientar el proceso de recolección de semilla de pastos, se procedió con las alternativas de solución con el fin de determinar la solución óptima. Cuadro 1.

Cuadro 1. Alternativas de solución y selección de solución óptima

Sub Funciones		**Soluciones**		
		1	**2**	**3**
1	Sistema de accionamiento	Hidráulico	Mecánico	Eléctrico
2	Órgano de corte	Cuchillas y contracuchillas	Tambores rotativos	Cuchillas giratorias
3	Forma de acople al tractor	A la barra de tiro	A los tres puntos de enganche	Frontal
4	Sistema de control de altura	Tornillo sinfín	Cilindro hidráulico	Perfiles concéntricos con orificios de graduación
5	Sistema inversión de movimiento perpendicular	Uso de dos motores	Mecanismo biela manivela acoplado a pivote angular.	Transmisión por caja de engranes

En base a los criterios seleccionados se determinó que el prototipo sería una máquina acoplada a los tres puntos del tractor, con cuchillas de corte tipo tijera, de accionamiento hidráulico con mecanismo de biela manivela acoplado a un pivote angular y con un sistema de levante por medio de un cilindro hidráulico. El enganche es para tractores categoría 2 de acuerdo a la norma ASAE S217.12 y para pendientes máximas de 15%. Las especies de pastos para la que fue concebida fueron; buffel (*Cenchrus ciliaris*), navajita (*Bouteloua barbata*) y rhodes (*Chloris gayana*).

Ya teniendo el diseño conceptual se procedió con el diseño de detalle en donde se hicieron dibujos y modelaciones mediante el software SolidWorks®. Para diseñar algunas partes como la barra porta cuchillas, sistema de levante y sistema motriz, fue necesario adquirir primero las piezas comerciales a fin de considerar sus características geométricas que no siempre se encuentran en los catálogos de productos.

Una vez que se tuvieron completos los planos de manufactura se procedió a la fabricación del implemento, el cuál se llevó a cabo en el taller del área de mecanización del INIFAP, campo experimental Pabellón, Aguascalientes, en donde se utilizaron las siguientes herramientas;

Torno, taladro de banco, soldadora de arco, cierra circular, remachadora, esmeriladora angular, esmeril de banco, prensa hidráulica, prensa mecánica, goniómetro, escuadras, flexómetro y equipo de corte oxi-butano.

Los materiales utilizados para la construcción fueron; PTR, Lámina negra, Cold Rolled, perfil sólido cuadrado, solera, ángulos, placa, tornillería, cuchillas y portacuchillas, neumático completo, motor hidráulico, cilindro hidráulico, mangueras y conexiones hidráulicas, electrodos, pintura, poleas, bandas y rodamientos.

Cuando la máquina estuvo construida se procedió con la caracterización con el fin de determinar sus parámetros técnicos en campo. Esta evaluación se realizó en un pastizal de Buffel, localizado en el campo experimental Pabellón, delimitando un área de 30 m por 50 m, en donde el área de corte fue de 20 m y se dejaron 5 m en cada extremo para realizar el viraje (Figura 1). Durante la caracterización se midieron los siguientes parámetros; Velocidad de operación, tiempo de viraje y ancho de trabajo, se utilizó un tractor John Deere 5415 4WD.

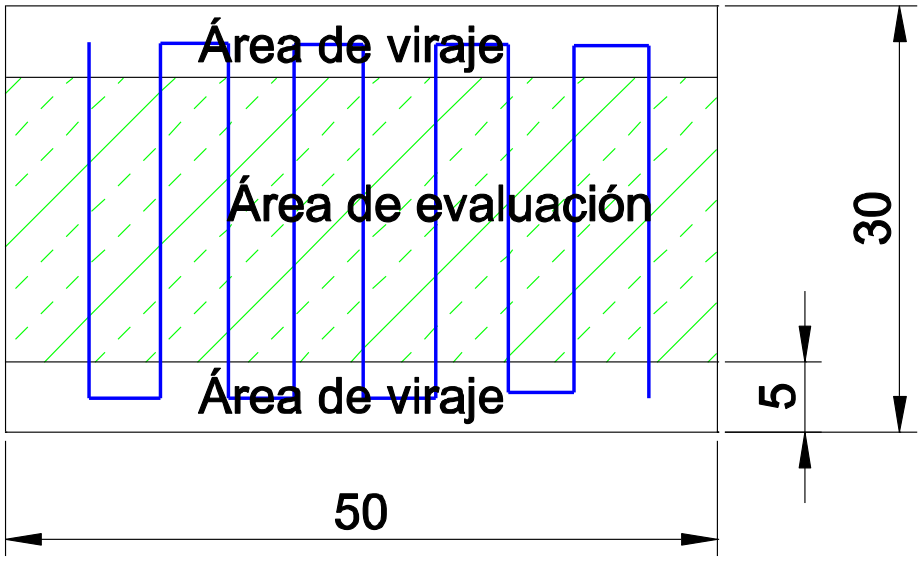


Figura 1. Croquis de la parcela de evaluación

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante la fase de diseño de detalle se obtuvo el diseño por computadora del prototipo en el software SolidWorks®. Figura 2.

Figura 2. Modelo tridimensional de la cosechadora de semilla de pastos.

En la figura 3 se muestra el prototipo construido, el cuál se apegó a lo diseñado.

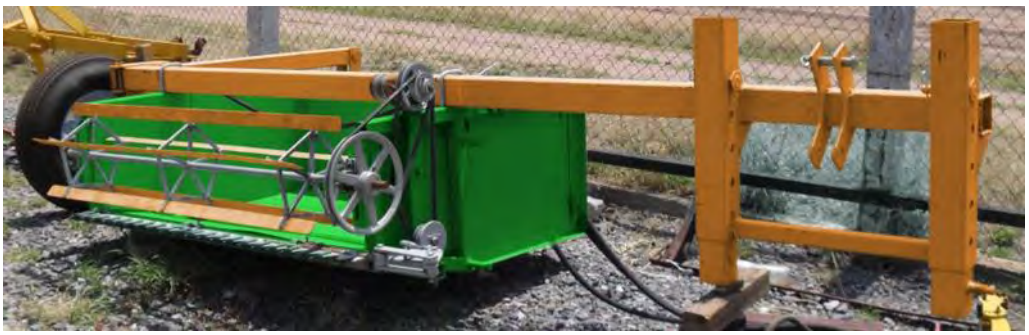


Figura 3. Prototipo construido.

El sistema hidráulico de la cosechadora, que es el encargado de accionar tanto el molinete, las cuchillas y el nivel de altura se constituyó de un motor hidráulico Parker TB110 de 13 hp, un cilindro hidráulico de 67 cm desplazamiento y las mangueras y conexiones necesarias.

En el Cuadro 2, se muestran los resultados de la caracterización del prototipo en campo, se nota que aunque se diseñó para tener un ancho de trabajo de 1.6 m, en la evaluación solo se alcanzó en promedio 1.46 cm, lo cual pudo ser ocasionado por el empuje lateral del molinete sobre los pastos.

Cuadro 2. Resultados de la caracterización.

	Posición caja cambios	
	II	III
Ancho de trabajo (m)	1.46	1.46
Velocidad de operación (m/s)	1.1	1.8
Tiempo de viraje (s)	35.32	22.15
Rendimiento (h/ha)	2 horas 22 minutos 55 segundos	1 hora 27 minutos 58 segundos

CONCLUSIONES

- La máquina obtenida puede ser utilizada por productores de pastos que cuenten con parcelas con una inclinación no mayor al 15%, permitiéndoles recolectar la semilla de pastos a razón 0. 67 $ha.h^{-1}$.
- Con el diseño de esta máquina se logró disminuir el tiempo de recolección de semillas comparado con el método manual en un 81 %, que incluso pudiera incrementarse en función de la velocidad de avance y el caudal del tractor.
- La máquina puede cortar pastos desde 20 hasta 150 cm sin que se incrementen los riesgos de falla comparado con el uso del cardan.

BIBLIOGRAFÍA

Alvarado, A., 2006, Propuesta para la producción de semilla forrajera a nivel de fincas. Memorias del II Simposium en recursos y tecnologías alimentarias para la producción bovina a pastoreo en condiciones tropicales. San Cristobal Venezuela. Pp 275-291.

Alvarado, R. A. Sánchez, G. E., Guerrero, E. R. 1983. Cosecha Mecanizada de Semilla de Pasto en el Piedemoente Barinés. FONAIAP Divulga Número 11. Sistema de Información Agrícola Nacional. Venezuela.

ASABE Standars. 2006. Three-Point Free-Link Attachment for Hitching Implements to Agricultural Wheel Tractors. American Society of Agricultural and Biological Engineers. ASAE S217.12 DEC01 (ISO+730-1:1994).

Beltran, L. S., Loredo O. C., Núñez, Q. T. et al, 2007, Navajita Cecilia y banderilla Diana pastos nativos sobresalientes para el altiplano de San Luis Potosí (establecimiento y producción de semilla), Folleto técnico No. 33, INIFAP, México.

Budynas, G. R., Nisbett, K. J. 2011. Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley. Editorial Mc Graw Hill. Novena edición. México.

Herrera, A. Y., Pámanes, G. D. S., 2010, Guía de pastos de Zacatecas, Instituto Politécnico Nacional y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Zacatecas México.

Tapia, E. A. 2007. Cosechadora de a tracción a sangre para semilla de pasto buffel. Ficha No. 44. Catálogo de tecnologías apropiadas tomo II. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Argentina.

DISTRIBUCION POTENCIAL, ACTUAL Y FUTURA (AÑO 2050) DEL CARTAMO (*Carthamus tinctorius)*EN MEXICO

Luis Arturo Caraveo Caraveo[1], María Elena Torres Olave[1], Jesús Pilar Amado Álvarez[1], Luis Carlos Bravo Peña[1], Alan Joaquín Rodríguez Caraveo[1], Jaime Iván Rojo Venzor[1], Francisco Javier Domínguez[1], Luis Raúl Rodríguez Marín[1] y Leoncio Ornelas Olivas[1]

[1]Universidad Autónoma de Ciudad Juárez- Licenciatura en Geo informática- Campus Cuauhtémoc- km 2, Carretera Cd. Cuauhtémoc- Anáhuac, Calle Ejercito Nacional No 5220, Colonia Ejido CuauhtémocC.P.31579 Ciudad Cuauhtémoc, chihuahua, México. e-mail: jesus.amado@uacj.mx

INTRODUCCION

De acuerdo con Meza y Raygades (2001), la superficie con potencial de producción para el cultivo de cártamo en Baja California, se estima en 22813.8 ha, de las cuales 21717.7ha cuentan con agua de riego y sólo en 404.8 ha el agua es de buena calidad. Tecnología de Producción. Preparación del terreno.Es necesario dar un barbecho profundo, dos pasos de rastra y la nivelación del terreno; ya que este cultivo es muy susceptible a enfermedades de la raíz. Variedades.Se sugieren las siguientes variedades: Saffola 208, Gila y Kino 76. Época de siembra.Comprende del 1° al 31 de diciembre. Método y densidad de siembra.Para la siembra se puede utilizar la sembradora de maíz o de algodonero; debe hacerse en surcosseparados de 80 a 90 cm, se utilizan de 12 a 15 kg de semilla por ha con 80% de germinación como mínimo. La sembradora se debe ajustar para que tire de 20 a 26 semillas por metro, equivalente a una población de 15 a 20 plantas por metro. Fertilización.

Se sugiere aplicar 120 kg de nitrógeno/ha. Sólo después de sorgo o maíz se justificará la utilización de una mayor cantidad de nitrógeno. El fertilizante se debe aplicar en banda al momento de la siembra, depositándolo a un lado y abajo de la semilla, a una profundidad entre 6 y 10 cm. Labores de cultivo.Es conveniente una o dos labores de cultivo, mientras la altura de la planta permita la entrada de maquinaria. En la última labor se debe abrir un surco para aporcar y de esta manera reducir los daños por pudriciones. Riegos.El riego por aspersión es más eficiente; la lámina de riego de pre siembra es de 16 cm y de 6 cm el de auxilio, que se aplicará al inicio de la ramificación de las plantas. Control de malas hiervas.Se sugiere sembrar en tierra venida para eliminar toda la maleza que haya emergido con el riego; si existe una alta infestación de malezas se sugiere el empleo del herbicida trifluralina a razón de 576 a 1152 gr de i.a./ha. La dosis depende del tipo de suelo, en suelos ligeros se utiliza la dosis baja y en suelos pesados la dosis alta; usando aplicaciones en banda,es posible ahorrar hasta el 50% de Producto. Control de plagas.Para chinches y chicharritas aplicar cualquiera de los siguientes

Productos, para tión metílico o dimetoato a razón de 1 l/ha de producto comercial. Para gusano bellotero y gusano soldado, aplicar Bacillusthuringiensisvar. Kurstaki con 38.6 a 53 gr de i.a./ha. Control biológico.Se recomienda realizar liberaciones de la avispita tricograma con 4 pulgadas/ha, al detectar oviposturas de gusano bellotero y evitar en todo lo posible la aplicación de insecticidas y así promover el control natural que llevan a cabo diversas especies de insectos benéficos.

Control de enfermedades.El tizón del follaje y el chahuixtle son las principales enfermedades del cultivo. La rotación de cultivos, el empleo de semilla certificada, el establecimiento en la fecha de siembra recomendada, el tratamiento de la semilla y el evitar riegos pesados y encharcamientos en el terreno, son de gran ayuda para el control de estas y otras enfermedades. Al observar los primeros síntomas se puede aplicar oxicloruro de cobre con 2 y 4 kg/ha o mancozeb con 3 l/ha. Cosecha.El cártamo se cosecha cuando la planta esté completamente seca, procurando que el grano contenga 12 % de humedad. La cosecha se puede realizar con máquinas combinadas como las utilizadas usualmente para trigo, pero haciendo los ajustes necesarios en velocidad, revoluciones y giro del cilindro.

La distribución de las diversas especies de flora y fauna de una región se ve directamente afectada por los efectos del cambio climático en el hábitat. Esto se debe a que ciertas especies no son capaces de adaptarse a los diferentes cambios y tienden a migrar o en ciertas ocasiones pueden llegar a extinguirse. Para poder hacer frente a las consecuencias del cambio climático, a través de estrategias de mitigación y adaptación, es necesario conocer el impacto que tiene el calentamiento global en los cultivos (Conde *et al.*, 2004).

La modelación de la distribución de las especies hoy en día es una herramienta que utiliza principalmente variables climáticas, ya que el clima es uno de los factores más importantes para la dispersión o disminución de los nichos ecológicos de las especies. La confianza en la habilidad de estos modelos para pronosticar el clima futuro ha aumentado, convirtiéndose en sólidas herramientas para la planeación de estrategias ante el cambio climático (Conde *et al.*, 2004). Esto con el fin de saber cómo actuar ente los diferentes cambios que ocurren o pueden ocurrir en un futuro. El objetivo de la presente investigación fue modelar las distribuciones actuales y potenciales del cártamo (*Carthamus tinctorius*)para México, una modelación actual y a futuro (Año 2050).

MATERIALES Y METODOS

Para obtener la distribución actual del*Carthamus tinctorius,*se utilizó el software "MaxEnt", el cual usa el algoritmo de máxima entropía, para modelar el nicho ecológico fundamental de una especie (Phillips & Dudík, 2008). Se utilizaron puntos de presencia del *Carthamus tinctorius*, obtenidos de las bases de datos de GBIF, en formato CSV (valores delimitados por coma), se utilizaron 500 registros de presencia, de los cuales 50% se utilizó para entrenamiento y 50% para prueba.

La base de datos se descargó del sitio: http://data.gbif.org/datasets/resource/13111: Estas tablas contienen la información de las especies, tal como: familia, género, clase, país, región, localidad coordenadas geográficas etc. Las tablas se arreglaron de manera que se pudieran introducir al programa, con el nombre de la especie (*Carthamus tinctorius*), así como sus coordenadas. El análisis de los modelos para obtener la distribución de especies se utilizó el programa Maxent de Java. Se emplearon 26 variables ambientales para cada modelación, las cuales fueron obtenidas de los datos de WorldClim (www. Worldclim.org)

Se utilizó el método re-muestreoBootstrap propuesto por Bradley (1979) que se utiliza para aproximar la distribución en el muestreo de un estadístico. Además este enfoque permite obtener estimaciones de medidas de precisión así como la realización de contrastes de hipótesis en aquellas situaciones en las que no se dispone de información acerca de la distribución por muestra de un estadístico o en que esta es dependiente de parámetros desconocidos (López A. y Elosua P., 2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se hicieron 15 modelaciones para cada especie de los cuales se tomaron los que tuvieran valores más altos de AUC, es decir con los valores más bajos de omisión, que fueran mayores a .90 con los cuales de tomo un promedio para obtener un modelo con mayor precisión para cada uno de los escenarios de modelación.Los mapas resultantes fueron tres mapas consenso para la especie *Carthamus tinctorius* uno para cada escenario de modelación. En los cuales se puede apreciar que las simulaciones son muy parecidas. Posteriormente se obtuvieron tres mapas más pero esta vez para la cucúrbita pepo en las cuales se puede ver que las condiciones para el nicho ecológico dependiendo de las variables

Descripción de las variables seleccionadas y los modelos de Potencial Actual

Las variables que tienen más porcentaje de contribución en el escenario actual son la bio_10 y la bio_05 las cuales se describen a continuación. bio_10: Temperatura media del trimestre más

cálido, esta variable dice que las especies se encontraran en lugares donde la temperatura sea cercana a la media del trimestre más cálido. bio_05: Temperatura máxima del mes más caliente, esta variable indica que las especies podrían existir en las áreas modeladas donde la temperatura sea cercana a la del mes más caliente.

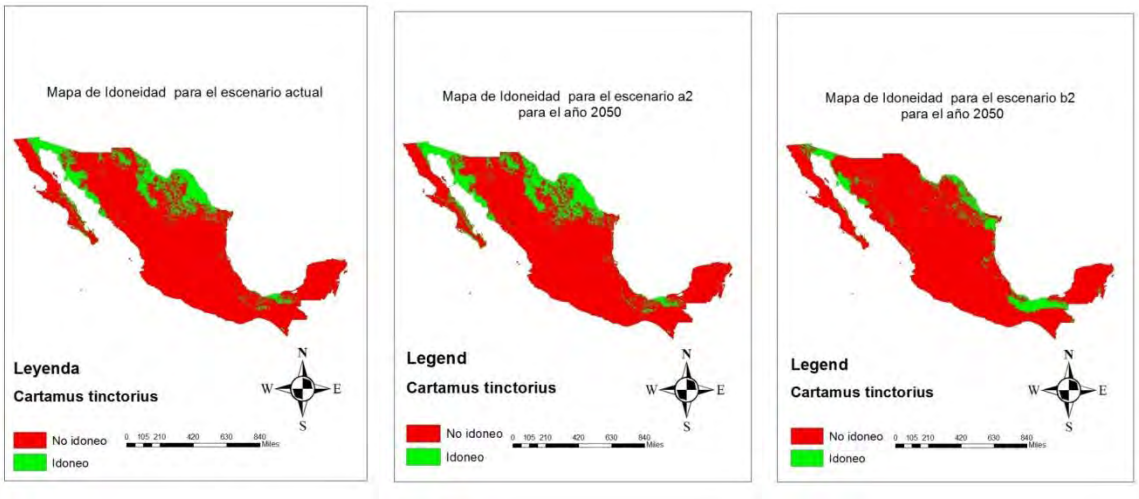


Figura 1. Mapa consenso para el escenario actual,escenario a2 y b2 para el año 2050 del Cártamo.

Mapa de Idoneidad Potencial

Este mapa se obtiene con la reclasificación del mapa consenso basado en el promedio percentil de los modelos seleccionados como los mejores, la línea de corte se realizó del valor .325 para los valores del escenario actual. Para el escenario a2 del año 2050 se tomó el valor de .278, y para el escenario b2 del año 2050 fue el .323.de donde los valores menores a este se les identifica con un 0 que representa lo No Idóneo para que la especie exista, y los valores mayores a .332 se les asigno el valor de 1 que indica las áreas en donde es Idóneo para la especie.

CONCLUSIÓN

Utilizando este método de modelación para las especies de *Carthamus tinctorius* y Cucúrbita pepo bajo los escenarios actual y a2 conservador y b2 no conservador, utilizando las variables bioclimáticas se puede decir que las dos especies no se ven afectadas por el cambio climático ya que en las dos se puede apreciar que abarcan áreas similares y no se ven disminuidas en gran parte por el aumento de la temperatura.Este modelo demostró ser confiable en la modelación de la distribución potencial para las especies, sin embargo hay factores externos

que se deberían tratar más a fondo para este tipo de análisis, por ejemplo: la intervención humana, que afecta en gran manera a las especies hoy en la actualidad.Los resultados arrojados muestran que las especies analizadas bajo estos escenarios se pueden adaptar a los cambios climáticos que se puedan presentar en un futuro. Así como las zonas con alto potencial de distribución de las especies.

BIBLIOGRAFÍA

Bradley, E. (1979). Bootstrap Methods: Another Look at the Jackknife. *Institute of Mathematical Statistics*, 1-26.

Conde, C., Ferrer, R., Gay, C., & Aeaujo, R. (2004). Impactos del cambio climático en la agricultura en México. In J. Martínez, & A. Fernández, *Cambio climático: una visión desde México* (pp. 227-238). Ciudad de México, Distrito Federal, México: Instituto Nacional de Ecología.

Jáuregui L. y Oliden E., (2004), "Estimaciones Bootstrap para el Coeficiente de Determinación: un Estudio de Simulación", Revista Electrónica de Metodología Aplicada, España, vol. 9, núm. 2, España, pp. 1-14, 2004.

Meza S., R. y D. D. Regadas P. 2001. Áreas potenciales y tecnológicas de producciónde cultivo en el valle de Santo Domingo, B. C.S. Folleto Técnico No 1. SAGARPA-INIFAP-CIRNE-CETS. La Paz, Baja California Sur. Mexico.

Phillips, S., & Dudík, M. (2008). Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*(31), 161-175.

Thuiller, W., S. Lavorel., M. B. Araujo., M. T. Syke., I. C. Prentice. 2005. Climate change threats to plant diversity in Europe. Proc Natl Acad Sci USA. 102: 8245–8250

USO DE MODELOS DE SIMULACIÓN PARA OBTENER LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL DURAZNO (*Prunus pérsica*) POR MEDIO DE VARIABLES BIOCLIMÁTICAS EN EL NORTE DE MÉXICO

Mario Iván Uc Campos [1], María Elena Torres Olave[1], Jesús Pilar Amado Álvarez[1], Lara Wiebe Quintana [1], ElifaletLópez González[1], Manuel Iván Gill Hernández[1],Luis René Cereceres[1], Jesús Alfredo Banda Granados[1], Javier Enríquez Domínguez[1]

[1]Universidad Autónoma de Ciudad Juárez- Licenciatura en Geo informática- Campus Cuauhtémoc- km 2, Carretera Cd. Cuauhtémoc- Anáhuac, Calle Ejercito Nacional No 5220, Colonia Ejido CuauhtémocC.P.31579 Ciudad Cuauhtémoc, chihuahua, México. e-mail: jesus.amado@uacj.mx

INTRODUCCIÓN

El cultivo del Duraznero es un frutal que ofrece mayor ingreso económico con los cultivos anuales de temporal que tradicionalmente se tienen en la región de Durango, por lo que los productores se han motivado para la explotación de este frutal y han complementado sus unidades de producción en donde tradicionalmente sólo se cultivan maíz y frijol (INIFAP, 2006).

Se espera que los impactos del calentamiento global sobre diferentes ecosistemas sean tales como la alteración en distribución y abundancia de las especies (Huges, 200; Peterson *et al*., 2005; Parmesana, 2006), la desaparición directa de algunas especies y poblaciones así como el agotamiento paulatino rápido y desaparición de los servicios que estos ofrecen (MilleniumEcosystemAssessment, 2005).

La creciente preocupación por las consecuencias del cambio climático en la biodiversidad ha llevado al uso de modelos sobre las especies y el clima, así como el desarrollo de modelos que proyecten el riesgo de extinción de especies bajo escenarios cambio climático demuestran que la temperatura es un factor clave en la distribución regional de la mayoría de las especies vegetales y frutales. En algunos casos resulta un factor determinante en la distribución de las especies, los análisis de las variables climáticas resultan una herramienta útil para entender su distribución (Lindermayer*et al*., 1991). Por lo tanto son propensas a responder fuertemente al cambio climático.

El cultivo del duraznero es nuevo en la región de modo que el conocimiento de las prácticas de cultivo de este frutal es aún incipiente en la mayoría de los casos. Sin embargo, el potencial que ofrece ha motivado a productores, técnicos y empresas dedicadas a la industrialización del producto a mejorar el manejo de los huertos con el fin de obtener mayor rendimiento y calidad de fruta. El Objetivo de esta investigacion fue Modelar la distribución actual del durazno bajo variables bioclimáticas y a futuro por medio de los escenarios A2“no conservador” y B2

"conservador" para el 2050 en los estados del norte de México y obtener su área de distribución.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio comprende los estados del norte de México, estos son Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila, Chihuahua, Sonora, Sinaloa, Baja California Norte y Baja California Sur.(Figura 1).

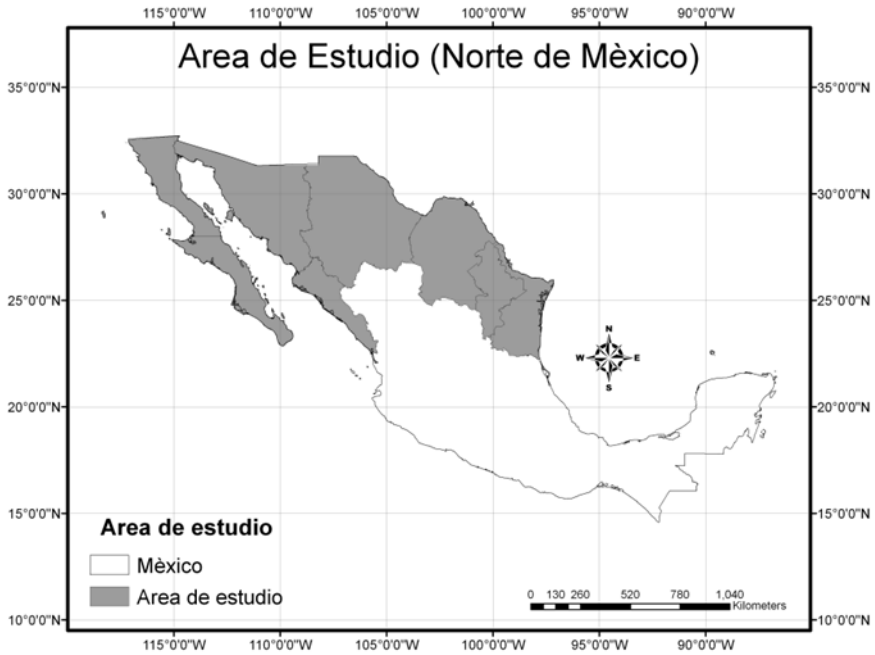


Figura 1. Área de estudio. UACJ-2013

Las capas ambientales se descargaron del sitio www.worldclim.org el cual se explica en detalle en Hijmans *et al*., (2006). Esta base de datos contiene datos climáticos que corresponden a capas climáticas globales (grids de 20 x 20 km, formato ESRI) con una resolución de 1 km obtenidos de la interpolación de los registros de estaciones climáticas de 1950 al 2000 procedentes de diversas fuentes a nivel global, nacional, regional y local. (ICPP, 2002). Estas capas contienen las variables bioclimáticas de bioclim, las variables se derivan de la temperatura mensual y los valores de precipitación con el fin de generar las variables más biológicamente significativas.Una vez que todas las capas tienen el mismo número de renglones, columnas y datum, se guardan en formato .asc de ESRI, en una carpeta respectiva para cada periodo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se muestran en mapas que se presentan en las Figuras 1,2,3,4 corresponden a las áreas totales de idoneidad así como los cambios de un periodo a otro: lo idóneo se presenta en color verde mientras que lo no idóneo en color rojo; lo blanco son las áreas de idoneidad que permanecieron.Respecto a las áreas potenciales del duraznero está clasificado como un frutal caducifolio, lo que implica que durante la época del invierno tira sus hojas y reinicia su crecimiento después de que ha recibido suficiente frio invernal. Se incluyen como las mejores condiciones para el desarrollo de este frutal, donde la acumulación de frio llegue alrededor de 550 unidades frio según el método de Richardson, una relación (precipitación/evaporación) en los meses de Julio y Agosto, suelos profundos (1.0 m y más) y con poca pendiente (menor al 2 %). Los lugares que no cumplen con estas características que consideran como áreas que no tienen el potencial más alto, o que presenten restricciones en su potencial productivo (INIFAP, 2006).

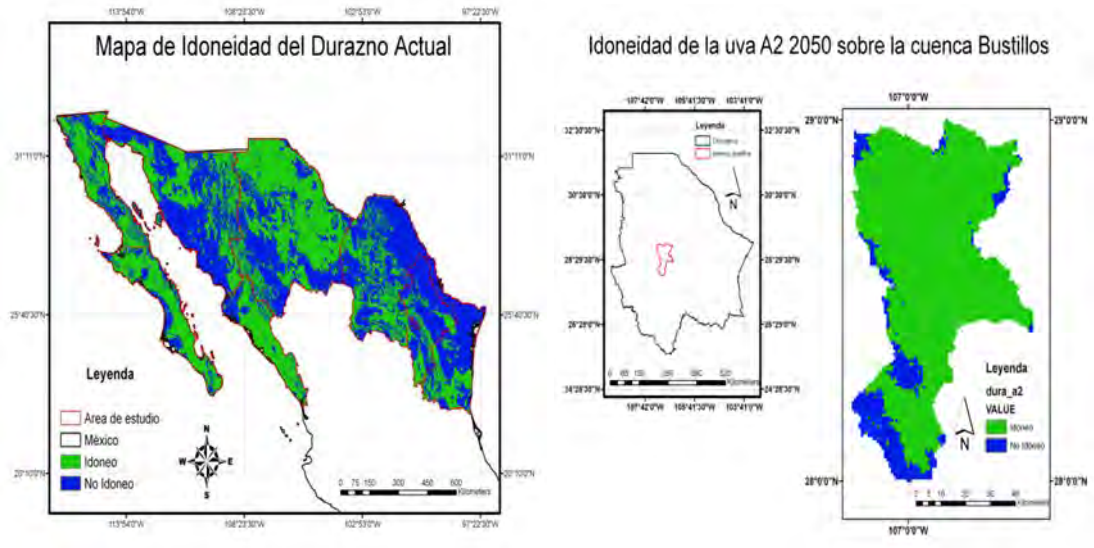


Figura 2-3. Escenarios de las condiciones ideales y A2“no conservador” en el escenario para el año 2050, para Durazno, caso de la Cuenca Hidrológica Laguna de Bustillos. Cuauhtémoc, Chihuahua.

El estudio se caracterizó por mostrar una guía base para la creación de mapas de distribución, así como presentar zonas con condiciones y áreas de idoneidad para las especies, además de zonas aisladas y dispersas; distintos autores como Ibarra L., *et al*., (2010) sugieren, que la heterogeneidad del sistema, las actividades antropogénicas: como uso de suelo, vegetación en

las áreas analizadas; así como: factores de cambio en los flujos hidrológicos podrían influir en la distribución de las especies.

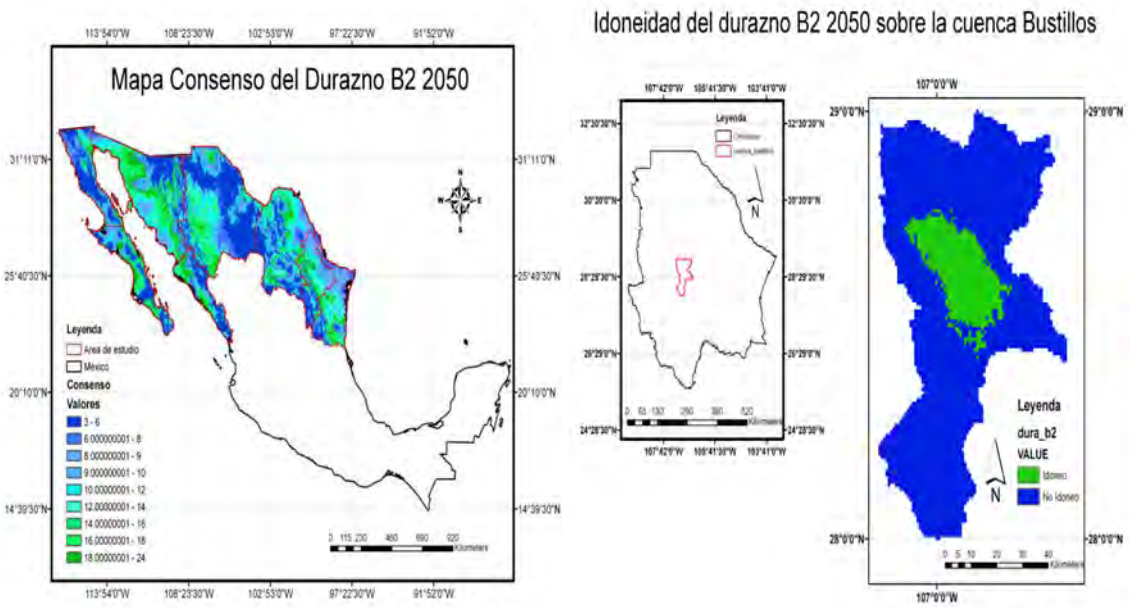


Figura 4-5. Escenarios de las condiciones idealesy B2 “conservador” en el escenario para el año 2050, para Durazno caso de la Cuenca Hidrológica Laguna de Bustillos. Cuauhtémoc, Chihuahua.

Los modelados para los escenarios a futuro del Durazno, no muestran una gran variabilidad, por lo que se concluye que el cambio climático no afectara en gran medida a la distribución de este frutal.

A pesar de que los escenarios sean diferentes, el A2 “no conservador” y B2 “conservador”; las diferencias entre los incrementos de temperatura no influyen en los resultados de la modelación para la distribución de las especies, las variables seleccionadas en cada caso, se repiten para cada modelo, por lo que se concluyen dos cosas: que las condiciones serán teóricamente permanentes o que las especies son capaces de adaptarse al cambio climático.

Este estudio no pretende ser una base de toma de decisión para el sustento de las especies analizadas, los resultados son un marco teórico del cual se puede indagar más en un estudio más profundo. La metodología utilizada es una base de la cual se puede hacer un desarrollo más amplio y conciso.

CONCLUSIONES

Derivado de las investigaciones del presente estudio se concluyen dos cosas: que las condiciones serán teóricamente permanentes o que las especies son capaces de adaptarse al cambio climático.El modelo de nicho ecológico demostró ser una metodología confiable para predecir la distribución potencial de las especies según variables ambientales, topográficas e hidrológicas.

BIBLIOGRAFÍA

INE (2010), Cambio Climático en México, *"Para comprender el cambio climático".* Instituto Nacional de Ecología, Mexico, Junio del 2010. [http://cambio_climatico.ine.gob.mx/comprendercc/queeselcc/queeselcc.html]

INIFAP. 2005. Duraznero. Guía para la asistencia técnica agrícola. Área de influencia del campo experimental Valle del Guadiana. SAGARPA-INIFAP-CIRNOC-CEVG. Durango, Durango. Pp: 143-149.

IPCC (2007), Informe del Grupo de Trabajo I - Base de las Ciencias Físicas, "*Temperatura promedio mundiales",* Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), 2007. [http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/tssts-3-1-1.html]

Bravo j., Sánchez G., et al., (2012), "Estudio de la distribución de las especies frente al cambio climático", *Cuadernos de biodiversidad*.
[http://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icbi/LI_EcoConserBiolo/gerardo_sanchez/2011CuadernosBio.pdf]

Yáñez C., Mandujano S., et al., (2012), "Modelación de la distribución potencial y el efecto del cambio de uso de suelo en la conservación de los ungulados silvestres del bajo Balsas, México" 2012.
[http://www.mastozoologiamexicana.org/therya/vol3num1/therya31_yanez.pdf]

Ibarra L., et al., (2010), Modelo del Nicho Ecológico Para Predecir la Distribución Potencial del Fitoplancton en la Presa Hidroeléctrica Aguamilpa, Nayarit, México, 2010.
[http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/index]

Capas ambientales: www.worldclim.org
MaxEnt: www.cs.princeton.edu/~schapire/MaxEnt
Base de datos: http://www.gbif.org/

PREDICCION Y MODELACION DE LA DISTRIBUCION POTENCIAL, ACTUAL Y FUTURA DE LA CALABAZA (*Cucurbita pepo*) EN MEXICO

Alan Joaquín Rodríguez Caraveo[1], María Elena Torres Olave[1], Jesús Pilar Amado Álvarez[1], Hugo Luis Rojas Villalobos[1], Jaime Iván Rojo Venzor[1], Francisco Javier Domínguez[1], Luis Raúl Rodríguez Marín[1], y Leoncio Ornelas Olivas[1]

[01]Universidad Autónoma de Ciudad Juárez- Licenciatura en Geo informática- Campus Cuauhtémoc- km 2, Carretera Cd. Cuauhtémoc- Anáhuac, Calle Ejercito Nacional No 5220, Colonia Ejido CuauhtémocC.P.31579 Ciudad Cuauhtémoc, chihuahua, México. e-mail: jesus.amado@uacj.mx

INTRODUCCION

Actualmente la acción humana sobre los ecosistemas ha provocado una serie de cambios en la distribución de la especies tanto de flora como de fauna. Esto debido a diversas causas tales como la urbanización, la sobreexplotación de los recursos naturales y el cambio climático. A lo largo de la historia de la tierra, el clima ha tenido grandes fluctuaciones, las cuales están relacionadas con los diferentes elementos y factores del clima. Cuando se presentan estas fluctuaciones se registran cambios en la biodiversidad del planeta (Trejo, 1983).

La distribución de las diversas especies de flora y fauna de una región se ve directamente afectada por los efectos del cambio climático en el hábitat. Esto se debe a que ciertas especies no son capaces de adaptarse a los diferentes cambios y tienden a migrar o en ciertas ocasiones pueden llegar a extinguirse. Para poder hacer frente a las consecuencias del cambio climático, a través de estrategias de mitigación y adaptación, es necesario conocer el impacto que tiene el calentamiento global en los cultivos (Conde *et al.*, 2004).

La modelación de la distribución de las especies hoy en día es una herramienta que utiliza principalmente variables climáticas, ya que el clima es uno de los factores más importantes para la dispersión o disminución de los nichos ecológicos de las especies. La confianza en la habilidad de estos modelos para pronosticar el clima futuro ha aumentado, convirtiéndose en sólidas herramientas para la planeación de estrategias ante el cambio climático (Conde *et al.*, 2004). Esto con el fin de saber cómo actuar ente los diferentes cambios que ocurren o pueden ocurrir en un futuro.

La calabaza (*Cucúrbita pepo*) es una herbácea de cultivo anual de la familia de las cucurbitáceas, originaria de Norteamérica, cuyo fruto se emplea como alimento. Actualmente su cultivo se extiende a gran parte del mundo, aunque para su cultivo necesita una gran cantidad de agua y luz.Debido al cambio climático en todo el mundo es necesario la predicción y modelación de las especies tanto de flora y fauna. Ante esto el objetivo principal del

presente estudio fue modelar las distribuciones actuales y potenciales de la calabaza (*Cucúrbita pepo*) para México, una modelación actual y a futuro.

MATERIALES Y METODOS

Para obtener la distribución actual de la *Cucúrbita pepo,*se utilizó el software "MaxEnt", el cual utiliza el algoritmo de máxima entropía, para modelar el nicho ecológico fundamental de una especie (Phillips & Dudík, 2008). Se utilizaron puntos de presencia de la especiescitadas, obtenidos de las bases de datos de GBIF, en formato CSV (valores delimitados por coma), se utilizaron 500 registros de presencia, de los cuales 50% se utilizó para entrenamiento y 50% para prueba.

La base de datos se descargó del sitio: http://data.gbif.org/datasets/resource/13111: Estas tablas contienen la información de las especies, tal como: familia, género, clase, país, región, localidad coordenadas geográficas etc. Las tablas se arreglaron de manera que se pudieran introducir al programa, con el nombre de la especie (*Cucúrbita pepo*), así como sus coordenadas. El análisis de los modelos para obtener la distribución de especies se utilizó el programa Maxent de Java. Se emplearon 26 variables ambientales para cada modelación, las cuales fueron obtenidas de los datos de WorldClim (www. Worldclim.org).

Se utilizó el método re-muestreoBootstrap propuesto por Bradley (1979) que se utiliza para aproximar la distribución en el muestreo de un estadístico. Además este enfoque permite obtener estimaciones de medidas de precisión así como la realización de contrastes de hipótesis en aquellas situaciones en las que no se dispone de información acerca de la distribución por muestra de un estadístico o en que esta es dependiente de parámetros desconocidos (López A. y Elosua P., 2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se hicieron 15 modelaciones para cada especie de los cuales se tomaron los que tuvieran valores más altos de AUC, es decir con los valores más bajos de omisión, que fueran mayores a .90 con los cuales de tomo un promedio para obtener un modelo con mayor precisión para cada uno de los escenarios de modelación. Los mapas resultantes fueron tres mapas (Figura 1), consenso para la especie (*Cucúrbita pepo),* uno para cada escenario de modelación. En los cuales se puede apreciar que las simulaciones son muy parecidas,en las cuales se puede ver que las condiciones para el nicho ecológico dependiendo de las variables.

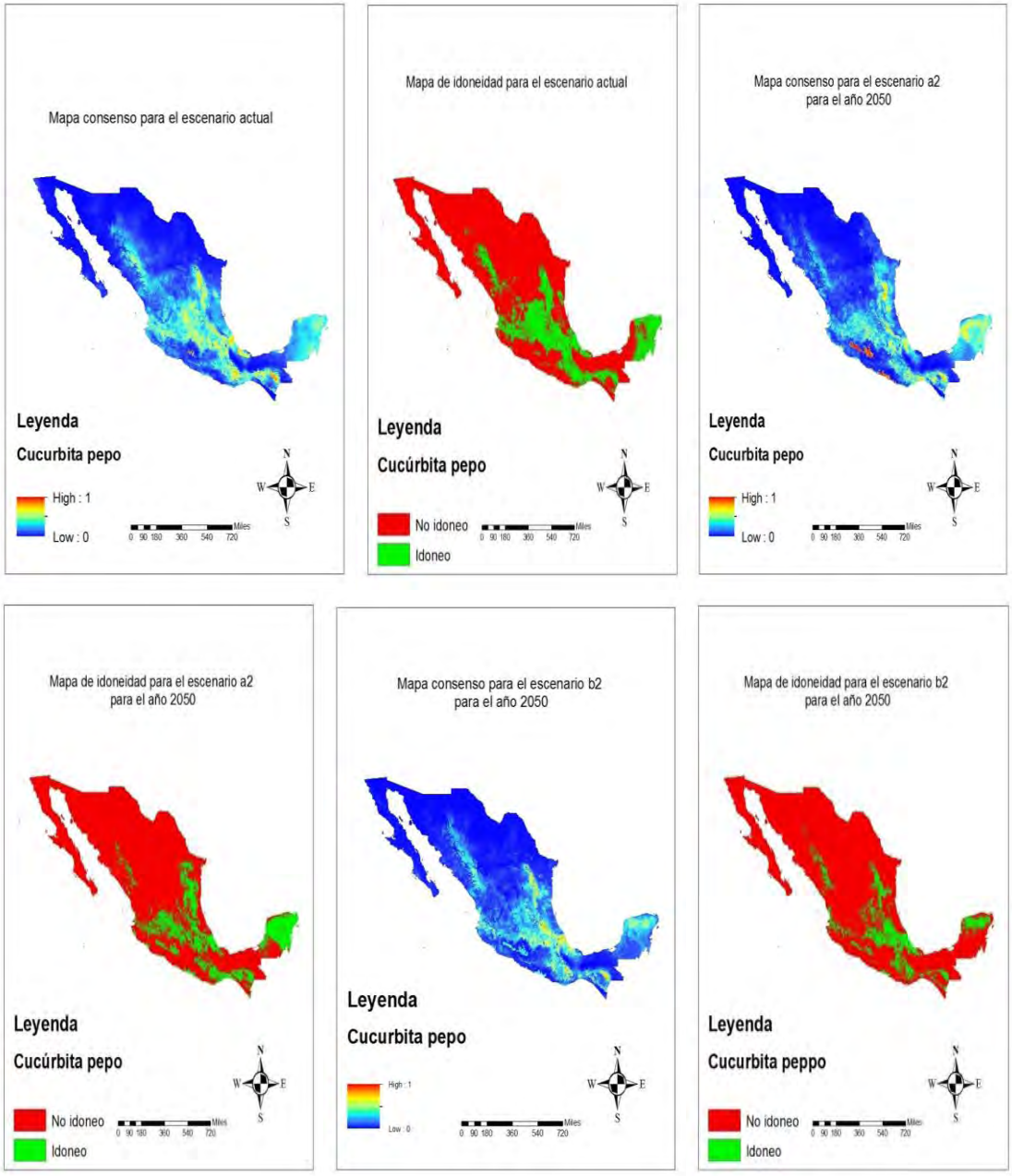


Figura 1. Mapa consenso para el escenario actual,escenario a2 y b2 para el año 2050, para la *Cucúrbita pepo.*

Descripción del modelo actual

En el mapa consenso para el escenario actual se muesta en color rojo o naranja los lugares con condiciones optimas para la especie cucúrbita pepo, en color verde los lugares con probabilidades de existencia para la especie, y en color azul y azul obscuro se muestran areas donde no existen posibilidades para que la especie sobrviva.

Descripción del modelo a2 para el año 2050

En el siguiente mapa se observa el mapa consenso para el año 2050 en el cual se puede aprecia que las zonas en color amarillo y naranja son aptas para que la especia sobreviva, en color verde se puede decir que existen posibilidades de que la especie pueda sobrevivir, y en los colores azul y azul obscuro no existen posibilidades de que la especie sobreviva.

Descripción del modelo b2 para el año 2050

Para el año 2050 en el cual se puede aprecia que las zonas en color amarillo y naranja son aptas para que la especia sobreviva, en color verde se puede decir que existen posibilidades de que la especie pueda sobrevivir, y en los colores azules y azul obscuro no existen posibilidades de que la especie sobreviva.

Mapa de Idoneidad Potencial

Este mapa se obtiene con la reclasificación del mapa consenso basado en el promedio percentil de los modelos seleccionados como los mejores, la línea de corte se realizó del valor .325 para los valores del escenario actual. Para el escenario a2 del año 2050 se tomó el valor de .278, y para el escenario b2 del año 2050 fue el .323.de donde los valores menores a este se les identifica con un 0 que representa lo No Idóneo para que la especie exista, y los valores mayores a .332 se les asigno el valor de 1 que indica las áreas en donde es Idóneo para la especie.

CONCLUSIÓN

Para la cucúrbita pepo se obtuvo que la distribucion potencial se encentra en el centro sur del pais abarcando gran parte de este, ademas se puede observar que hay partes que tienen un gran potencial para la supervivencia de la especie. Los resultados arrojados muestran que las especies analizadas bajo estos escenarios se pueden adaptar a los cambios climáticos que se puedan presentar en un futuro. Así como las zonas con alto potencial de distribución de las especies.

BIBLIOGRAFÍA

Bradley, E. (1979). Bootstrap Methods: Another Look at the Jackknife. *Institute of Mathematical Statistics*, 1-26.

Conde, C., Ferrer, R., Gay, C., & Aeaujo, R. (2004). Impactos del cambio climático en la agricultura en México. In J. Martínez, & A. Fernández, *Cambio climático: una visión desde México* (pp. 227-238). Ciudad de México, Distrito Federal, México: Instituto Nacional de Ecología.

Jáuregui L. y Oliden E., (2004), "Estimaciones Bootstrap para el Coeficiente de Determinación: un Estudio de Simulación", Revista Electrónica de Metodología Aplicada, España, vol. 9, núm. 2, España, pp. 1-14, 2004.

Phillips, S., & Dudík, M. (2008). Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*(31), 161-175.

Thuiller, W., S. Lavorel., M. B. Araujo., M. T. Syke., I. C. Prentice. 2005. Climate change threats to plant diversity in Europe. Proc Natl Acad Sci USA. 102: 8245–8250

Trejo H. 1983. Paleobiología y Taxonomía de Algunos Fósiles Mesozoicos de México. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. 1-22 Velázquez, J. 2002. Agrofenoclima. México, Universidad Autónoma del Estado de México.

PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA ADAPTACION DE MANZANO (*Malus domestica*) EN MÉXICO

Carlos Daniel Fierro Macías[1], María Elena Torres Olave[1], Jesús Pilar Amado Álvarez[1], Luis Carlos Alatorre Cejudo[1],Jaime Octavio Loya Carrillo[1], Samuel Alberto Aguilar Estrada[1], Jesús Antonio Bencomo Sáenz[1], Claudia Karina Legarreta Miranda[1]

[1]Universidad Autónoma de Ciudad Juárez- Licenciatura en Geo informática- Campus Cuauhtémoc- km 2, Carretera Cd. Cuauhtémoc- Anáhuac, Calle Ejercito Nacional No 5220, Colonia Ejido CuauhtémocC.P.31579 Ciudad Cuauhtémoc, chihuahua, México. e-mail: jesus.amado@uacj.mx

INTRODUCCION

La distribución de las diversas especies de flora y fauna de una región se ve directamente afectada por los efectos del cambio climático en el hábitat (Leguía *et al*., 2010). De igual manera los cultivos agrícolas también se ven afectados por el cambio climático, cambiando se distribución natural, es decir, las áreas de aptitud, e impactando directamente en la economía (Conde *et al*., 2004). Para poder hacer frente a las consecuencias del cambio climático, a través de estrategias de mitigación y adaptación, es necesario conocer el impacto que tiene el calentamiento global en los cultivos (Conde *et al*., 2004).

El manzano en México se produce en 23 estados, en un superficie total de 60,229 ha, resaltado el estado de Chihuahua, con 25,690 ha, seguido de Durango donde se cosechan 10,397 ha; Zacatecas 1,300 ha; bajo condiciones de riego, con agua que proviene del acuífero, los cuales están sobre explotados, a excepción de Canatlán que cuenta con agua suficiente de excelente calidad. Bajo condiciones de temporal se produce en el estado de Puebla que presenta 8,531 ha; e Hidalgo con 1,025 ha.

En el estado de Chihuahua la producción del manzana se establece de la siguiente manera: En el Municipio de Guerrero 7,036 ha, Cuauhtémoc, 6,527 ha, Namiquipa 3,733 ha, Bachiniva, 2,916 ha, Casas Grandes 1,245 ha, Cusihuiriachic, 1,140 ha, en otros Municipios 3,770 ha. (INEGI, 2012).El objetivo de este trabajo fue modelar las distribuciones actuales y potenciales del manzana (*Malus domestica*) para México, así como la proyección a 2050 bajo los escenarios de cambio climático A2 y B2 con los modelos del CCCMA (“Canadian Center for ClimateModelling and Analysis”).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio (Figura 1) comprende el territorio nacional mexicano, que se extiende desde los 14° hasta los 32° de latitud norte, y entre los 86° y 118° de longitud oeste. Cuenta con

climas cálidos o tropicales en el sur y centro, templados en centro y norte, y áridos y semi-áridos al norte. Existe una variación en la precipitación y la temperatura medias anuales que va desde los 300 mm y 18°C en los climas secos hasta los 4000 mm y 26°C en climas tropicales y sub-tropicales.

Para la generación de la distribución actual de los cultivos de maíz y manzana en las áreas de estudio se utilizó el software "MaxEnt", que trabaja con el algoritmo de máxima entropía, el cual modela el nicho ecológico fundamental de una especie (Phillips &Dudík, 2008). Se utilizaron como insumos los registros de presencia de ambas especies, obtenidos de las bases de datos de GBIF, en formato CSV (valores delimitados por coma), con el cual trabaja MaxEnt. Para cada especie se trabajó con 498 registros de presencia, de los cuales 50% se utilizó para entrenamiento y 50% para prueba.

Adicionalmente se utilizaron 26 variables ambientales para cada modelación, obtenidas a partir de los datos de WorldClim y el CCCMA, de las cuales 19 son climáticas (generadas a partir de la temperatura y la precipitación), 3 topográficas y 4 hidrológicas. Con estos insumos se generaron 3 modelos para *Zea mays*, el actual (1950-2000), y para los escenarios de cambio climático A2 y B2 (2050), todos en México, donde la especie tiene su distribución de origen. Para *Malus domestica* primeramente se realizó una modelación de nicho para Europa, donde tiene su distribución de origen, y a partir de esta se realizaron las proyecciones para los escenarios actual y futuros (A2 y B2).

Los modelos se generaron con el método de remuestreoBootstrap, obteniendo 100 modelos para cada una de las proyecciones de ambas especies. De estos 100 modelos se seleccionaron los mejores, para obtener el mapa consenso, teniendo como producto final 6 mapas de distribución, 3 para cada especie, de los cuales uno es para la distribución actual, otro bajo el escenario A2 y un tercero para el escenario B2.

Adicionalmente se calculó el área debajo de la curva ROC para la validación estadística de cada modelo, el porcentaje de contribución de cada una de las variables al modelo, los valores de corte para el mapa de ausencia-presencia, las curvas de respuesta de cada variable y los gráficos de Jackniffe para el comportamiento de las variables como predictores del nicho.

Figura 1. Territorio Nacional Mexicano

RESULTADOS Y DISCUSION

En las Figuras 2 y 3 se muestran los mapas de idoneidad de nicho y de aptitud para *Malus domestica* (manzana) para México, proyectados desde su lugar de origen (Europa), para los escenarios climáticos actual (1950-2000), A2 (no conservador) y B2 (conservador). A partir de estos mapas no es posibles hacer estimaciones sobre los efectos del cambio climático en la especie dentro del área de estudio, pues, debido a la falta de datos de presencia en la zona los modelos subestiman el área de distribución potencial. Es necesaria la utilización de una muestra con datos propios de la zona, pues se sabe que existe el nicho, sin embargo, este no aparece en las modelaciones, debido a las diferencias entre los climas de Europa y México.

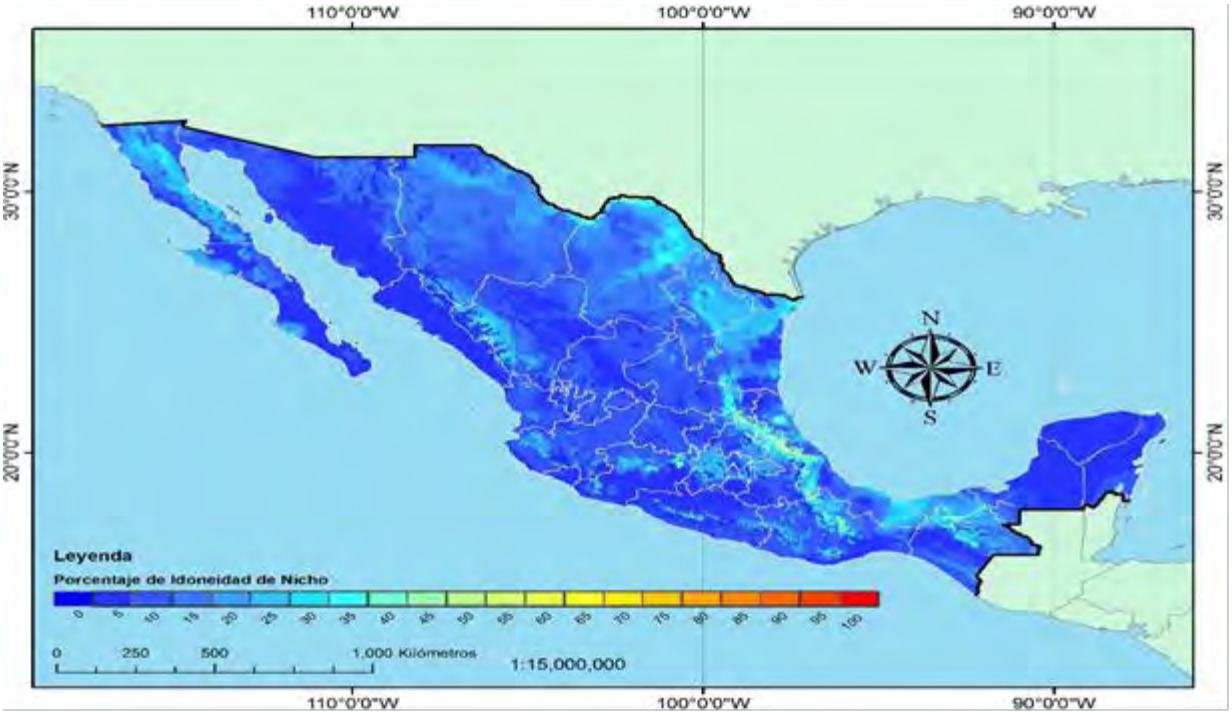


Figura 2. Mapa de idoneidad de nicho para *Malus domestica* para el escenario actual

Figura 3. Mapa de idoneidad de nicho para *Malus domestica* para el escenario actual

En el cuadro 2 se muestra el grado de contribución de las variables a los modelos, la variable de mayor importancia en el caso de la manzana es la temperatura media anual, debido a que, en la zona de distribución original, suele tener un rango de temperaturas bastante estrecho que define su nicho, hallándose en zonas de bajas temperaturas medias anuales (de 5 a 15 °C); sin embargo, para su cultivo, la existencia de "horas-frío" es el principal determinante de la aptitud ambiental. Por ello es necesario el realizar el estudio con puntos de la zona, ya que, aunque existen lugares con las condiciones adecuadas en México, es difícil realizar una proyección a partir de datos de Europa, que presenta tendencias climáticas distintas.

Cuadro 2. Porcentaje de contribución por variable.

Variable	*Malus domestica*		
	Actual	**A2**	**B2**
ACU 01	0.1	0.1	0.1
ALT 01	1.6	0.9	1.3
ASP 01	0.0	0.1	0.0
BIO 01	39.0	38.0	41.1
BIO 02	12.4	12.5	9.8
BIO 03	0.9	0.9	1.0
BIO 04	5.4	4.9	4.8
BIO 05	8.8	9.9	11.5
BIO 06	0.2	0.4	0.1
BIO 07	1.3	1.9	1.7
BIO 08	5.9	5.5	5.2
BIO 09	4.8	4.4	4.5
BIO 10	10.8	11.7	10.5
BIO 11	0.9	1.0	0.7
BIO 12	0.6	0.5	0.7
BIO 13	1.2	0.7	0.8
BIO 14	0.2	0.1	0.2
BIO 15	1.6	1.4	1.1
BIO 16	0.4	1.0	0.7
BIO 17	0.9	0.9	0.5
BIO 18	0.4	0.4	0.5
BIO 19	1.0	1.0	1.2
FIL 01	1.0	1.3	1.5
FLO 01	0.1	0.0	0.0
SLO 01	0.5	0.5	0.5
TOP 01	0.0	0.1	0.0

CONCLUSIONES

En el caso de *Malus domestica* se requieren puntos de presencia de la especia para el área de estudio, pues se sabe que el nicho existe y que se ha ocupado, sin embargo, este no aparece representado en el modelo, debido a la diferencia climática existente entre el ambiente original (Europa) y el presente en el área de estudio (México). Adicionalmente es necesario generar modelos para las distintas subespecies de manzana, pues cada una presenta requerimientos distintos, y, por lo tanto, puede ser más, o menos, adaptable a determinado sistema climático.

BIBLIOGRAFÍA

Caballero, M., Lozano, S., & Ortega, B. (2007). Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático: una perspectiva desde las Ciencias de la Tieraa. *Revista Digital Universitaria, 8*(10).

Conde, C., Ferrer, R., Gay, C., & Aeaujo, R. (2004). Impactos del cambio climático en la agricultura en México. In J. Martínez, & A. Fernández, *Cambio climático: una visión desde México* (pp. 227-238). Ciudad de México, Distrito Federal, México: Instituto Nacional de Ecología.

Kato, T., Mapes, C., Mera, L., Serratos, J., & Bye, R. (2009). *Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica* (Primera ed.). Ciudad de México, Distrito Federal, México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Leguía, E., Soudre, M., & Rugnitz, M. (2010). *Predicción y evaluación del impacto del cambio climático sobre los sistemas agroforestales en la amazonia peruana y andina ecuatoriana.* Pucallpa, Perú: Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana.

Phillips, S., & Dudík, M. (2008). Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*(31), 161-175.

MODELOS DE SIMULACIÓN Y VARIABLES BIOCLIMÁTICAS EN LA OBTENCIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE LA UVA (*Vitis vinífera*) EN EL NORTE DE MÉXICO

Mario Iván Uc Campos [1], María Elena Torres Olave[1], Jesús Pilar Amado Álvarez[1], Luis Carlos Bravo Peña [1], Luis Carlos Alatorre Cejudo[1], Manuel Iván Gill Hernández[1],Luis René Cereceres[1], Jesús Alfredo Banda Granados[1], Javier Enríquez Domínguez[1]

[1]Universidad Autónoma de Ciudad Juárez- Licenciatura en Geo informática- Campus Cuauhtémoc- km 2, Carretera Cd. Cuauhtémoc- Anáhuac, Calle Ejercito Nacional No 5220, Colonia Ejido Cuauhtémoc C.P.31579, Ciudad Cuauhtémoc, Chihuahua, México. e-mail: jesus.amado@uacj.mx

INTRODUCCIÓN

El viñedo de Castilla y León en España presenta una panorámica diversa derivada de lapropia diversidad de la orografía, la geografía y el clima de una región tan extensa. Engeneral, la viticultura castellanoleonesa está en plena evolución, destacando por encimade todo la transformación creciente del cultivo hacia formas y técnicas con aumentoclaro de la mecanización y la obtención de productos de alta calidad (Yuste 2007).

Las exigencias actuales del mercado (competitividad, calidad, salubridad), obligan al sector a plantear nuevas técnicas de cultivo que optimicen la explotación, afin de obtener productos de alta calidad para poder competir en los mercados nacionalese internacionales (Mota *et al*., 1989, Lebon *et al*., 1991).

En general, desde el punto de vista técnico, con altas densidades de plantación se pueden obtener racimos de menor tamaño, más sueltos y con bayas más pequeñas (Pérez 2002). Sin embargo, este hecho no implica que se generen vinos de mayor calidad. El equilibrio del desarrollo de la planta en función del potencial del suelo debeser considerado como el factor principal a la hora de elegir un marco de plantación uotro. Comúnmente se puede admitir que el potencial cuantitativo y cualitativo de unviñedo aumenta con el incremento de intercepción de luz por la superficie foliar, lo quese consigue con un mayor número de filas, hasta el límite máximo que unas filassombreasen a las otras en sistemas de conducción apoyados como la espaldera, o hastapermitir el paso de maquinaria en sistemas de conducción libre como el vaso (Barajas, 2007). Existen otros muchos factores que condicionan el potencial global de un viñedo (recursos hídricos, minerales, mecánicos, etc.) que influyen a la hora de desarrollarmayor o menor superficie foliar, y que hay que valorar detenidamente para estableceruna nueva plantación.

Factores entrópicos como la producción y cultivo en masa de estas especies contraen la erosión del suelo, este llegar a ser una limitante socioeconómica que aunado al cambio

climático son perjudiciales para la distribución y desarrollo de las mismas. El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) define al cambio climático como “Un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmosfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparable” (INE, 2010). De ahí la finalidad de este trabajo que se propone modelar y analizar el la uva para encontrar su distribución actual así como las regiones con un potencial a futuro para su desarrollo bajo el escenario A2 (conservador) y el B2 (no conservador). Estos escenarios proponen en promedio un aumento de temperatura hacia la fecha del 2050 de entre 2.5º a 4.0º centígrados. (IPCC, 2007).

MATERIALES Y METODOS

El área de estudio comprende los estados del norte de México, estos son Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila, Chihuahua, Sonora, Sinaloa, Baja California Norte y Baja California Sur.

Las descargas las bases de datos estas se abren en M. Excel, ahí nos aparece una gran variedad de columnas con diferentes valores en este caso solo nos interesan las columnas de: Nombre científico de la especie, así como, sus coordenadas estas vienen en grados decimales, que representan X y Y (longitud y latitud respectivamente).

Se guardara una copia de esta en formato 97-2003 que será utilizada para visualizar los datos en ArcMap, por medio de la herramienta Add XY data, al desplegarlos se abre la tabla de atributos y se verifica que no existan puntos con coordenadas 0º0`0”, en caso de existir se selecciona el punto y se elimina, en casos extraños puntos suelen estar entre la frontera del area de estudio y espacios geográficamente vacíos del análisis, estos puntos también se deben eliminar; esto para evitar conflictos al momento de correr el algoritmo.

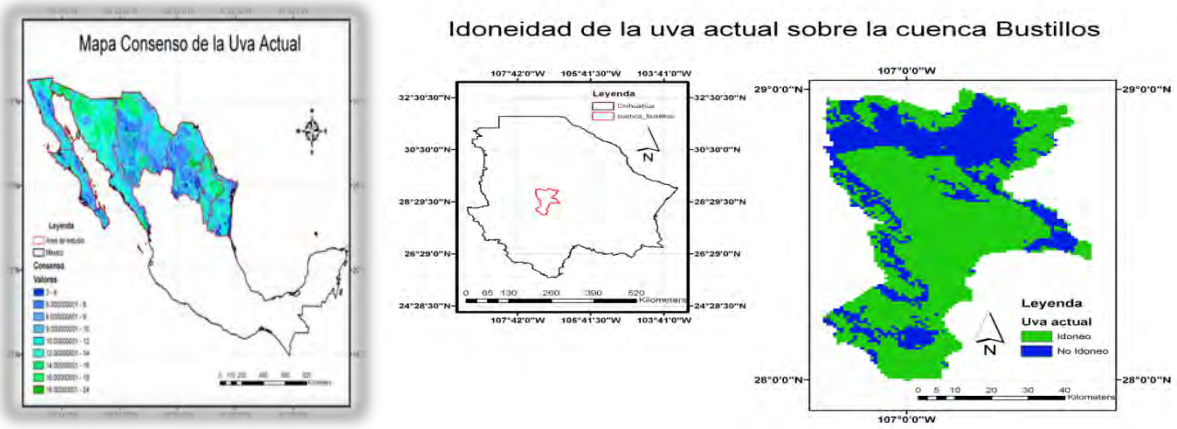
Nota: para visualizar los datos en ArcMap las columnas de las coordenadas geográficas deben de tener por título X para longitud y Y para latitud.

Ya que se han corregido los puntos en ArcMap se abren las propiedades y se exporta la tabla corregida a M. Excel, se abre esta tabla y los campos de X y Y se sustituyen por longitud y latitud y se guardan en formato csv delimitado por comas.

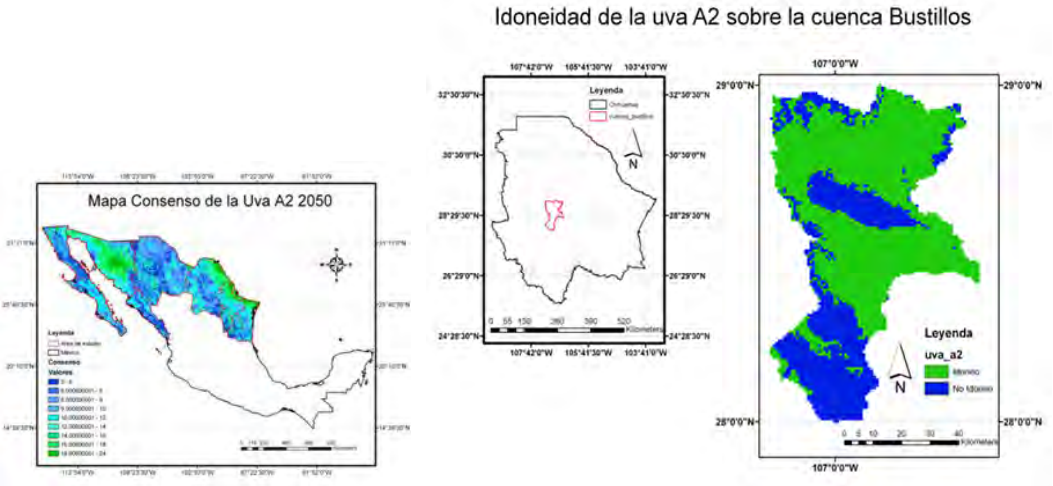
Nota: El formato csv es el que utiliza MaxEnt, si se guardan en otro formato este no funcionara al momento de correrlo.

RESULTADOS Y DISCUSION

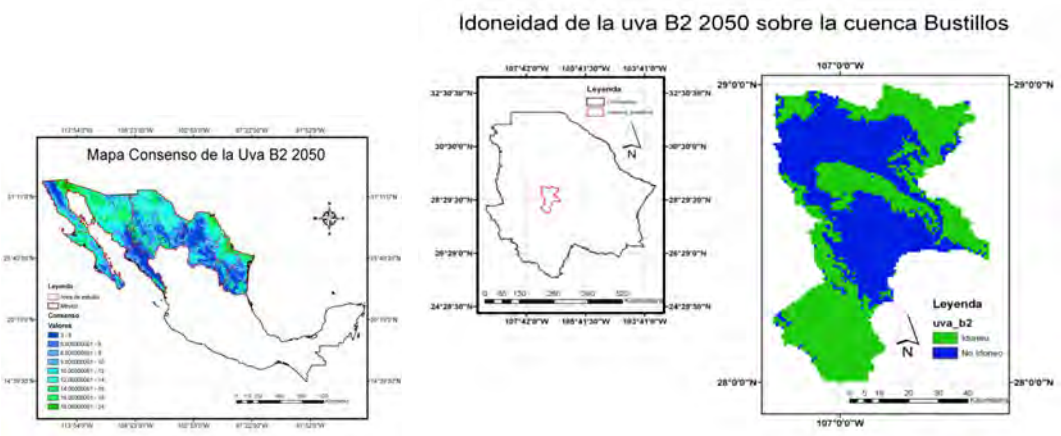
Los resultados de las modelaciones arrojadas por MaxEnt, nos permite obtener y ubicar áreas en las cuales las condiciones son óptimas para el desarrollo de las especies. La modelación realizada para la uva de Europa a México, muestra resultados muy satisfactorios para el área de estudio sobre los estados en los que esta podría desarrollarse, mientras que para la cuenca de Bustillos son áreas sobre los límites de esta en que las condiciones serian propicias para su sustentabilidad. (Figuras 1-2-3).



Figuras 1. Condiciones óptimas para el desarrollo de la uva (Consenso Actual) en el Norte de México.



Figuras 2. Condiciones óptimas para el desarrollo de la uva (Condición A2) en el Norte de México



Figuras 3. Condiciones óptimas para el desarrollo de la uva (Condición B2) en el Norte de México

Dentro del área estudiada en la realidad el Estado de Sonora es el principal estado productor de uva de mesa en México, con una producción anual de 15 millones de cajas de 8.2 kg cada una, destinadas principalmente al mercado de exportación, con la ventaja competitiva de producir cosecha más temprana que California, USA, lo cual ha motivado el establecimiento de nuevos viñedos en esta región y el uso de tecnología que ayude a forzar a las vides a obtener cosechas más precoces, inocuas y sostenibles. (Molina, 2008).

El área de producción de vid de mesa en el Estado de Sonora comprende las regiones Costa de Hermosillo y Pesqueira (10,500 ha) y Caborca (3,500 ha). Las variedades más ampliamente plantadas son Flame Seedless, Perlette y Superior y en menor proporción Red Globe y Black Seedless 5 . Entre el 2000 y el 2005 el aumento en la superficie establecida de vid fue del 38%, que equivale a una tasa del 6.3% Anual (Molina, 2008).

CONCLUSIONES

Los modelos desarrollados para los escenarios a futuro de la Uva, no muestran una gran variabilidad, por lo que se concluye que el cambio climático no afectara en gran medida a la distribución de este frutal. Es conveniente agregar que existen otros factores de mayor importancia que no han sido considerados en la presente modelación, como es la cantidad y calidad del agua con la cual se puede desarrollar este frutal.

BIBLIOGRAFÍA

Barajas E. 2007. Reflexiones para la elección de la densidad de plantación de un Viñedo. Mercados del vino y la distribución. 17.

Base de datos: http://www.gbif.org/ (Consulta de 12 de abril del 2012)

Bravo j., Sánchez G., et al., (2012), "Estudio de la distribución de las especies frente al cambio climático", *Cuadernos de biodiversidad*.

[http://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icbi/LI_EcoConserBiolo/gerardo_sanchez/2011CuadernosBio.pdf](Consulta de 18 de Mayo del 2012)

Capas ambientales: www.worldclim.org(Consulta de 10 de Marzo del 2012)

INE (2010), Cambio Climático en México, *"Para comprender el cambio climático".* Instituto Nacional de Ecología, Mexico, Junio del 2010. [http://cambio_climatico.ine.gob.mx/comprendercc/queeselcc/queeselcc.html]

IPCC (2007), Informe del Grupo de Trabajo I - Base de las Ciencias Físicas, "*Temperatura promedio mundiales",* Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), 2007. [http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/tssts-3-1-1.html]

Ibarra L., et al., (2010), Modelo del Nicho Ecológico Para Predecir la Distribución Potencial del Fitoplancton en la Presa Hidroeléctrica Aguamilpa, Nayarit, México, 2010.

[http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/index](Consulta de 8 de Febrero del 2012)

Lebon E., Pellegrino A., Lecoeur J., Tardieu F. 2001. Réponsesarchitecturales durameauinduites par un déficit hydriquecontrôlé du sol chez la vigne (Vitisvinifera L. cv. Grenachenoir). GESCO XIIémesjournées du groupeeuropéend`étude des systémes de conduite de la vigne. July, Montpellier, France. 229-235.

MaxEnt: www.cs.princeton.edu/~schapire/MaxEnt(Consulta de 8 de Febrero del 2012)

Molina, M.R. 2008. Programa estratégico de necesidades de investigación y transferencia de tecnología. PENITT. Fundación Produce Sonora, A.C. Pág. 9

Mota T., Castro R., Costa Leme J., Garrido J.1989. Densidade de plantaçáo da vinha esuasimplicaçóesómicas e fisiológicas. Ciencia Téc. Vitic. 8 (1-2): 97-112.

Pérez Mª.A. 2002. Densidad de plantación y riego: Aspectos ecofisiológicos,agronómicos y calidad de la uva en cv. Tempranillo (Vitisvinifera L.). TesisDoctoral, Dpto. Producción vegetal: Fitotecnia. Universidad Politécnica deMadrid. 287 p.

Yáñez C., Mandujano S., et al., (2012), "Modelación de la distribución potencial y el efecto del cambio de uso de suelo en la conservación de los ungulados silvestres del bajo Balsas, México" 2012.

[http://www.mastozoologiamexicana.org/therya/vol3num1/therya31_yanez.pdf](Consulta de 8 de Febrero del 2012)

Yuste J. 2007. Situación actual de la viticultura en Castilla y León. Agrónomos 35: 51-63.

PORCENTAJE DE RENDIMIENTO COMERCIAL EN AJO VARIEDAD CALERENSE EN ZACATECAS EN TRES DENSIDADES DE PLANTACIÓN

[1]Karina Casas-Gómez, [2]Manuel Reveles-Hernández

[1] Unidad Académica de Agronomía, Universidad Autónoma de Zacatecas
[2]Campo Experimental Zacatecas – Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Kilometro 20.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, Calera, Zac. C. P. 98500, México. E-mail: mreveles@zacatecas.inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El ajo es una planta cultivada desde la antigüedad, reconocido mundialmente como uno de los condimentos más valiosos en la cocina y agente terapéutico (Brewster, 2001). En México la principal zona productora de ajo a nivel nacional se encuentra en el altiplano de Zacatecas donde se genera cerca del 40 % del total de esta hortaliza. La alta competitividad de los mercados y los altos incrementos de calidad requeridos, nos han llevado de la mano a la gran búsqueda de nuevas tecnologías que nos llevan a reducir costos y llevar a los productores a una mejor orientación para poder alcanzar mejor calidad en bulbos pero sobretodo mayor rendimientos.

Debido a su "elasticidad biológica", en el transcurso de su desarrollo la planta de ajo se adapta a diferentes regiones y diferentes factores como clima, altitudes, suelos y pH (Ford, 2006). En distintas partes del mundo se ha investigado que el rendimiento tiene relación con diferentes factores como lo son las densidades de cultivo y distribución de plantación, en relación con densidad de cultivo resulta fundamental ya que se encuentra asociado a los costos de producción y la mano de obra para el cultivo. El método de riego es parte importante ya que incrementa la eficiencia del uso del agua y mejora la calidad del producto (Tijerina, 1999).

Se ha encontrado una estrecha relación entre la densidad de siembra y el arreglo topológico con el rendimiento sin embargo a medida que se incrementa la densidad de población se puede tener una disminución en el tamaño del bulbo (Aljaro, 1990, Escribano y Castañeda, 2000; Jamroz *et al.,*2001), sin embargo se puede lograr una relación adecuada que favorezca el rendimiento sin disminuir drásticamente la calidad para hacer más rentable el cultivo de ajo (Bravo, 2007, Reveles y Velázquez, 2010).

La calidad del ajo está relacionada básicamente con el peso y el diámetro del bulbo ya que son las características que se toman con mayor importancia al memento de la compra. Se elijen los

ajos de mayor diámetro y con la menor cantidad de dientes, aunque también se toma en cuenta el estado sanitario y la integridad del producto (dientes bien cubiertos).

El objetivo del presente trabajo fue de evaluar la calidad del ajo variedad Calerense producido en tres densidades de siembra.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevo a cabo en el Campo Experimental Zacatecas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, localizado en el Estado de Zacatecas; ubicado en el kilometro 20.5 de la carretera federal Zacatecas-Fresnillo, en el municipio de Calera de Víctor Rosales del Estado de Zacatecas, entre las coordenadas 22°54´10´´ de latitud norte t 102°39´29´´ de longitud oeste y 2198 metros sobre el nivel del mar.

La siembra del experimento fue realizada manualmente, se utilizo semilla de ajo de la variedad CEZAC 06 o mejor conocida como Calerense, con una fecha de siembra el 7 de octubre del 2011. Con dientes o bulbillos provenientes de bulbos de calibre 55 a 60mm de diámetro.

Se estableció un tratamiento con tres experimentos: tratamiento 1: surcos de 90 cm de ancho con dos hileras de plantas y una densidad de población de 222,222 plantas por hectárea; tratamiento 2: surcos de 90 cm de ancho con 4 hileras de plantas y una densidad de población de 444,444 plantas por hectárea; y tratamiento 3: camas de 1.80 cm de ancho con 6 hileras de plantas y una densidad de población.

Se utilizo sistema de riego por goteo instalado con una cintilla por surco para el caso de los tratamientos uno y dos, mientras que para el tratamiento tres se utilizaron tres cintillas por cama de siembra, colocándola de tal manera que cada una regara dos hileras de plantas.

Cuadro 1. Arreglos topológicos y densidad de plantación por hectárea de ajo evaluados para determinar la calidad de producción de la variedad Calerense en Calera, Zac.

Tratamientos	Arreglo	Ancho	Densidad de plantas por hectárea	Cintillas
1	Surco	90	222,222	1
2	Surco	90	444,444	1
3	Cama	180	333,333	3

Para evaluar los rendimientos de los tratamientos se utilizo un diseño experimental de bloques completamente al azar con diez repeticiones cada tratamiento, cada repetición consistió de cinco metros de largo por 1.80 metros de ancho (8.5 m²), por lo que para el tratamiento uno y dos se muestrearon dos surcos, mientras que para el tratamiento tres solo basto con una cama para lograr el mismo tamaño de parcela.

La fecha de cosecha para los tres tratamientos fue el 18 de mayo del 2012, realizando la determinación de peso seco por calibres de acuerdo con la norma NMX-FF-018-SCFI-2006 (Reveles-Hernández *et al*., 2009).

Las cabezas de ajos se clasificaron en charolas de madera con aros de acero de acuerdo a los calibres que marca la norma oficial.

Cuadro 2. Clasificacion de los ajos por tamaño de bulbo de acuerdo a la norma NMX-FF-018-SCFI-2006 (Reveles-Hernández *et al*., 2009).

TAMAÑO O	INTERVALO DE DIAMETRO EN MILIMETROS		
CALIBRE	MINIMO	a	MAXIMO
12	75	a	MAS
11	70	a	75
10	65	a	70
9	60	a	65
8	55	a	60
7	50	a	55
6	45	a	50
5	40	a	45
4	35	a	40
3	MENOS	a	35

El análisis de los datos se realizó utilizando el paquete de diseños experimentales de la Facultad de Agronomía del Estado de Nuevo León, versión 2.5 (Olivares, 1994).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Se realizo un análisis de varianza para el porcentaje de rendimiento comercial, mostrando diferencias significativas (α=0.05) con un coeficiente de variación del 3.57% (cuadro 3).

Cuando 3. Análisis de varianza para el porcentaje de rendimiento comercial de ajo.

Fuente de variación (FV)	Grados de libertad (GL)	Suma de cuadrados (SM)	Cuadrado medio (CM)	F	P>F
Tratamiento	2	106.390625	53.195313	5.2783	0.012
Error	27	272.109375	10.078125		
Total	29	378.500000			

La comparación de medias (α=0.05) de los tratamientos se determino que son estadísticamente diferentes, observándose que en el tratamiento dos (444,444 plantas por hectárea) que el porcentaje de rendimiento comercial de ajo menor, seguido por el tratamiento tres (333,333 plantas por hectárea), mientras que el tratamiento uno (222,222 plantas por hectárea) fue el que mayor porcentaje de rendimiento comercial obtuvo.

Cuadro 4. Comparación de medias por el método de Tukey con un nivel de significancia de 0.01, para el porcentaje de rendimiento comercial de ajo variedad Calerense en Calera, Zac. México.

Tratamiento	Densidad de plantas por hectárea	Rendimiento comercial (%)
1	222,222	90.4270 A
3	333,333	89.8350 A
2	444,444	86.1700 B

Nota: rendimiento con igual letra corresponde a tratamientos estadísticamente iguales, mientras que letras diferentes señalan rendimientos estadísticamente diferentes.

Los resultados observados se relacionan parcialmente con los reportados por Jamroz y colaboradores (2001), quienes indican que el incremento de la densidad de plantación en ajo puede incrementar el rendimiento pero llega a afectar el tamaño de bulbo del producto cuando los espaciamientos se reducen entra plantas.

CONCLUSIONES

Se encontró una relación inversa entre densidad de población y rendimiento comercial.

En general se logró mayor porcentaje de rendimiento comercial de ajo en densidades de población bajas.

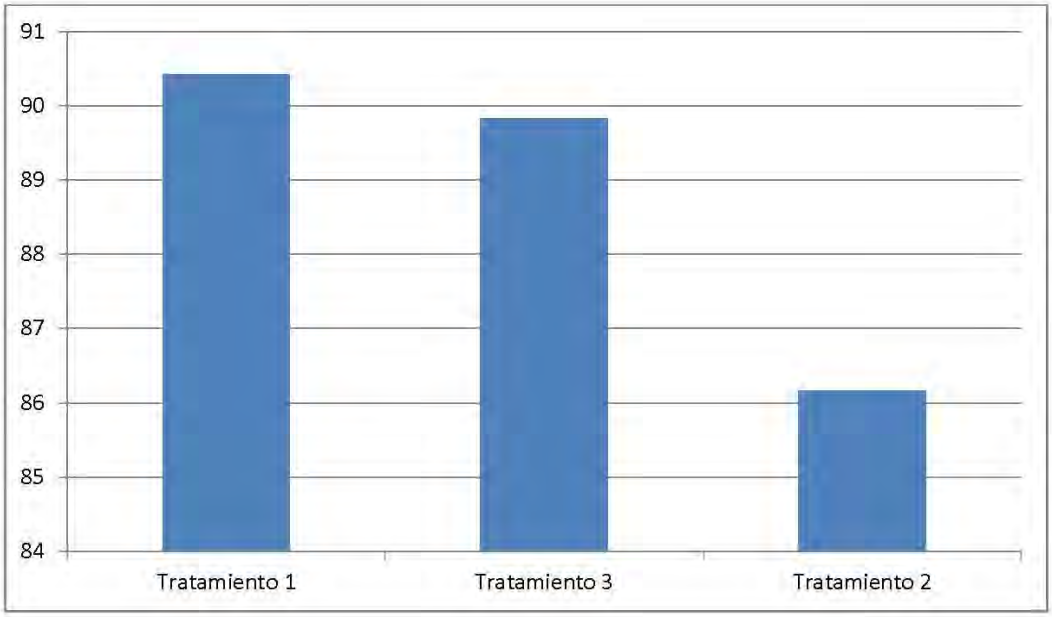


Figura 1. Porcentaje de rendimiento comercial de los tratamientos evaluados de ajo variedad Calerense en Calera, Zacatecas.

BIBLIOGRAFÍA

Aljaro U., 1990. Evaluación del sistema de plantación y de semilla de ajo (Allium Sativum l.). I. Densidades de plantación y distribución de la plantación de hileras simples y múltiples. Agricultura técnica, 50: 358-356.

Bravo L. A. G. 2007. Distancia entre hileras de plantas en ajos sembrados en camas con seis hileras de plantas. En: 2° Taller: tecnología para el establecimiento de cultivo del ajo. Ampo Experimental Zacatecas-INIFAP. Calera, Zac. México. 40p.

Brewster., J. 2001. Las cebollas y ajo *Alluims.* Ed. Acribia. Barcelona. España.

Escribano M. J. y Castañeda S. W. 2000. Ensayos de Ajo. Memoria ITAP. España. 25p.

Ford., T. G. 2006. Garlic Production. Agricultural alternatives. Pennsilvania State University. College of Agricultural Sciences. Agricultural research and cooperative extension.

Jamroz M.; Ishtiaq, M.; Naeem N.; Muhammad N.; Jamirher, B.; Iqbal J. 2001. Effect of diferente planting date and spacing on growth and yield of garlic Cv. Bianco. Line Journal of Biological Sciences. 1:206-208.

Olivares S., E. 1994. Paquete de diseños experimentales. Versión 2.5. Facultad de Agronomía de la Universidad de Nuevo León.

Reveles-Hernández, M. Velásquez-Valle, R y Bravo-Lozano, A. G. 2009. Tecnología para el cultivo de ajo en Zacatecas. Libro Técnico Numero 11. Campo Experimental Zacatecas, CIRNOC-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias 272p.

Reveles H., M. Velásquez V., R. 2010. Densidad de siembra de ajo. En: memorias 3° Taller-Demostración tópicos para la producción intensiva de ajo. Campo Experimental Zacatecas-INIFAP., Sain Alto, Zacatecas, México. 30p.

Tijerina Ch. L. 1999. Requerimientos hídricos de cultivos bajo sistemas de fertirrigación. Terra. 17: 237-245.

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

Orona-Castillo, I.[1*]; Cervantes-Vázquez, M.G.[1]; Vázquez-Vázquez, C.[1]; Fortis-Hernández, M.[2]

[1]Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango.
[2]Instituto Tecnológico de Torreón DEPI, Torreón, Coahuila, México.
* Autor responsable: E-mail: orokaz@yahoo.com. Km 35 Carretera Gómez Palacio-Tlahualilo. Domicilio Conocido, Venecia, Durango, México. Código Postal 35170. Teléfonos +52(871)711-8918.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del Ocimum basilicum L. denominada comúnmente como albahaca se evaluó en la Comarca Lagunera en el ciclo Primavera Verano del 2011, es una hierba aromática anual de la familia de las lamiáceas nativa de Irán, India y otras regiones tropicales de Asia.

El género Ocimum, tiene diferentes aplicaciones, especialmente en los países asiáticos y africanos, consta de alrededor de 160 especies que se extienden por el mundo. (Rustaiyan, *et al 2011*).

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).

En la Comarca lagunera debido a su actividad lechera el estiércol es un abono que se encuentra de manera abundante, los cálculos es de que cada vaca produce alrededor de 12 kilos en peso fresco, hay 400 mil vacas de ordeña y otras 300 mil en crianza, suman 8 millones 400 mil kilos de estiércol fresco que se generan en la Comarca Lagunera (Milenio, 2009). De acuerdo a Salazar *et al.,* (2004), la generación de estiércol seco en la región por vaca es de 3 a 4 kg $día^{-1}$ $cabeza^{-1}$.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este experimento se realizó el campo agrícola experimental de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango (CAE-FAZ-UJED), en el ciclo Otoño-Inverno del 2011.

Se realizó un estudio previo del suelo donde se estableció el cultivo analizando los factores de conductividad eléctrica, pH, nitratos, materia orgánica, fosforo, calcio, magnesio y textura.

Método experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar. Con el siguiente modelo:

$Yij= \mu+Ti+\beta j+\varepsilon ij$

Yij= respuesta observada en la i-esima tratamiento del j-ésimo bloque.

μ= es la media general.

Ti= el efecto del i tratamiento.

βj= es el efecto del j-ésimo bloque.

Aj= efecto del j-ésimo nivel del estiércol.

εij= es el error experimental.

Los tratamientos se realizaron bajo un diseño de bloques completamente al azar, se evaluaron 4 tratamientos de estiércol solarizado (testigo, 40, 80 y 120 t ha^{-1}) con 4 repeticiones, resultando un total de 16 unidades experimentales. Se le aplico riego por goteo cada tercer día, el volumen de riego fue de 80 cm de lámina de riego por hectárea, cada línea regante se colocó a 40 cm de separación.

Las plantas se trasplantaron en unidades experimentales de 1.20 m por 3 m de largo a una separación de 1 m entre unidades. En cada unidad experimental se trasplantó a 30 cm entre planta y 40 cm cada línea, para dar un total de 40 plantas por unidad experimental, estimando una densidad por hectárea de 83,333 platas por hectárea.

Se usó un riego subsuperficial con cintilla goteo, en donde será una línea regante para cada hilera de plantas.

La variedad que se sembrara fue “Nuffar”, que es una variedad de hoja más grande que la Criolla pero más pequeña que la Genovesa, que es la que se exporta al mercado de los Estados Unidos de América. (Briseño, 2003).

Se evaluó la tasa interna de retorno (TIR), el valor actual neto y la relación beneficio-costo para una hectárea de albahaca, tomando como referencia el precio internacional.

Una vez determinados los costos fijos y variables, se formula una tabla de depreciación, en este caso para el sistema de riego.

La tabla de depreciación se elaboró hasta seis años, después se realizó la tabla de flujos de caja a seis años.

Después se elaboró la tabla de flujo de caja del proyecto considerando una tasa del 14 % anual para los seis años.

Se calculó el valor actual neto, la tasa interna de retorno, Relación beneficio-costo y el punto de equilibrio

Las formulas usadas para el cálculo del VAN, TIR, y punto de equilibrio se obtuvieron del libro Preparación y Evaluación de Proyectos, cuarta Edición, de los autores Nassir Sapag Chain y Reinaldo Sapag Chain, 2006, de la editorial McGraw-Hill.

Para el análisis estadístico de los datos de la evaluación económica se utilizó el programa Microsoft Excel en su versión 2010.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las muestras iniciales tomadas del suelo arrojaron los siguientes resultados mostrados en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características químicas del suelo al inicio del cultivo de albahaca a tres profundidades, CAE-FAZ-UJED 2011.

Profundidad (cm)	**pH**	**CE ($mmhos^{-1}$)**	**Ca (meq^{-1})**	**Mg (meq^{-1})**	**MO (%)**	**NO_3 (ppm)**	**P ($mg\ kg^{-1}$)**
1 (0-15)	8.00	2.97	22.53	6.67	2.86	1.34	6.11
2 (15-30)	7.98	2.61	19.73	7.47	2.70	1.23	6.91
3 (30-60)	7.87	2.88	23.20	5.47	2.59	3.25	5.14

Al finalizar el experimento se realizó un muestreo el cual arrojo los siguientes resultados.

En cuanto a Materia Orgánica como se muestra en el Cuadro 2, a profundidad 3 de 30 a 60 cm muestra menor Mo que las anteriores. En materia orgánica con respecto a los datos iniciales de suelo se muestra un leve incremento.

Cuadro 2. Valores medios para MO del suelo con diferentes niveles de estiércol solarizado en cultivo de albahaca 2011, CAE-FAZ-UJED.

Profundidad (cm)	Valor $\bar{x}$ MO meq/litro
1 (0-15)	3.4631 a
2 (15-30)	3.1698 a
3 (30-60)	2.6868 b

DMS = 0.3242

En cuanto a nitratos como se muestra en el Cuadro 3, a la profundidad 1 de 0 a 15 cm muestra mayor concentración de Nitratos.

En comparación con los valores iniciales se incrementó en la profundidad 1 de 1.3 a 5.2, en la profundidad 2 de 1.2 a 2.02, y en la profundidad 3 hubo un decremento de 3.2 a 0.8 en cuanto a los nitratos.

Cuadro 3. Valores medios para Nitratos del suelo con diferentes niveles de estiércol solarizado en cultivo de albahaca 2011, CAE-FAZ-UJED.

Profundidad (cm)	Valor $\bar{x}$ Nitratos meq/litro
1 (0-15)	5.2998 a
2 (15-30)	2.0203 b
3 (30-60)	0.8778 b

DMS = 1.8102

En cuanto al peso verde no se encontró diferencia significativa para los tratamientos, sin embargo si se muestra una tendencia numérica mayor para el tratamiento 3 con 80 t ha^{-1}, con un valor de 12.098 t ha^{-1}.

En cuanto al peso seco no se encontró diferencia significativa en entre los tratamientos pero sí se mostró una tendencia numérica mayor para el tratamiento 1 con testigo con un valor de 1.4 t ha^{-1}

En área foliar no se encontró diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo para el tratamiento 3 con 80 t ha^{-1} fue un valor de 1 590 330 m^2 ha^{-1}.

Evaluación económica

Se evaluaron los costos de fijos de producción se estimaron en 38,727.50 $/ha para un ciclo para un sistema de riego por goteo.

Los costos variables se calcularon en 40,272.00 $/ha, como la preparación de terreno barbecho y rastreo, la aplicación del estiércol solarizado la mano de obra para esta actividad, también los costos de aplicación de riegos, el costo de la energía eléctrica, además se consideraron los jornales de trabajo. Para la siembra se consideró el costo de la semilla y los costos de fertilizantes y repelentes. Los gastos administrativos se estimaron en $14,700.00

Por lo tanto se estimó una inversión inicial de 93,699.50 $/ha, lo cual resulta de sumar los costos fijos y costos variables.

El sistema de riego se deprecio a 3 años y otras partes se sugieren una depreciación a 10 años, como lo reporta el Ministerio de Desarrollo Agropecuario (2001).

El flujo de caja es el resultado de la producción en hoja que fue 8 468.50 kg ha^{-1} lo que representa un 70% de la producción total de planta que fue de 12 097 868.28 kg ha^{-1} a un precio de 60.00 $/ha, lo que da como resultado un ingreso por $508,110.47 $/ha.

En base a estas cifras se estima un Valor Actual Neto (VAN) de 1,760,472.73 $/ha, que representa el valor del dinero traído a un valor presente de los 6 años.

Estimando un Tasa Interna de Retorno (TIR) de 239%, lo que significa que si es rentable ya que es mayor de 14% la cual es la tasa de interés anual prestada por el banco para un crédito agrícola.

Con una relación Beneficio/Costo de 10.99 $/ha.

Con un punto de equilibrio de 2.41 t ha^{-1}, es la cantidad mínima de producción para cubrir los costos.

CONCLUSIÓNES

El rendimiento de las plantas de albahaca en este primer corte bajo el sistema de riego por goteo bajo las condiciones de la Comarca Lagunera, en Baja California Sur los rendimientos de hoja son de 12 t ha^{-1} en este experimento se obtuvieron pesos similares pero tomando en cuenta al peso total de planta, en la producción tomando solo el rendimiento de hoja se estimó una producción de 8.4 t ha^{-1}.

EVALUACIÓN ECONÓMICA

El precio estimado para este análisis fue un precio orgánico, el cual se estima en casi cinco veces más que el precio reportado por el SIAP-SAGARPA (2011), el cual reporta un precio rural en verde de $12.76 por kg de albahaca.

El índice de kg/m^3 de agua fue de 1.5, según la producción la cual fue de 12 t ha^{-1} en peso verde total de planta, el volumen manejado fue de 80 cm de Lámina de Riego lo que se traduce en 8000 litros de agua. Para la producción de hoja consideraríamos 8.4 t ha^{-1} por lo tanto para hoja el índice de producción sería de 1.05 kg/m^3 de agua.

El abono orgánico en el suelo, como lo fue el estiércol solarizado en representa el 6.19 % de los costos totales, lo que representa una gasto mínimo en fertilización del suelo.

Este experimento solo se evaluó un ciclo y si se siembra en el ciclo primavera-verano se pueden realizar varios cortes con los que aumentaría la rentabilidad de este cultivo. Se sugiere una repetición del experimento para seguir evaluando el comportamiento del cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

Briseño P. 2003. En "Memorias del curso de Hierbas aromáticas". Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Visitada el 10 de octubre de 2010.http://www.cundinamarca.gov.co/cundinamarca/archivos/FILE_EVENTOSENTI/FILE_EVENTOSENTI13235.doc.

Milenio Diario. 2009 Periódico on line. Visitado el 01 de octubre de 2011 http://impreso.milenio.com/node/8675150

Rustaiyan A., Yavari M., S. Mirdamadi., S. Masoudi., M. Tabatabaei–Anaraki and K. Larijani. 2011. Composition and Antibacterial Activity of the Essential Oil of a Green Type and a Purple Type of Ocimum basilicum L. from Iran. Journal of Essential Oil Research. Vol. 23, January / February.

SAGARPA (Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural). 2004. Plan Rector Sistema Producto Orgánico Albahaca, anuario estadístico de la producción agrícola en México.

Salazar S. E., C. Vázquez V., J. A. Leos R., M. Fortis H., J. A. Montemayor T., R. Figueroa V., y J. D. López M. 2004. Mineralización del estiércol bovino y su impacto en la calidad del suelo y la producción de tomate (*Lycopersicum sculentum Mill*) bajo riego sub-superficial: Phyton (B. Aires), Vicente López, 2011. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-56572004000100032&lng=es&nrm=iso. Accedido en 25 septiembre 2011.

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.

EFICIENCIA DEL USO DE AGUA DE RIEGO EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJES EN LA CUENCA LECHERA DE AGUASCALIENTES

Santana Omar Iván[1], Núñez Hernández Gregorio[2], Ruíz Álvarez Osías[1], González Castañeda Fernando[1], Peña Ramos Alfonso[1]

[1]INIFAP-C.E. Pabellón, [2]INIFAP-C.E. Laguna
santana.omar@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El sector agropecuario es el mayor usuario de agua en México, con el 67% del consumo, la cual se destina a la producción de forraje para la alimentación del ganado lechero en donde se requiere de riego en las principales zonas áridas y semiáridas. El maíz forrajero es el cultivo de mayor establecimiento en México, debido a que tiene una alta calidad nutricional y buena producción de materia seca (>1.4 MCal ENL y 20 t/ha Ms), además que comparado con la alfalfa tiene mayor eficiencia en el uso del agua.

En Aguascalientes la producción de leche es una actividad agropecuaria preponderante, diariamente se producen 1.15 millones de litros, en el que el 76% proviene de los sistemas intensivos de producción. Aporta el 3.8% al total nacional, tiene una importancia económica de 1879 millones de pesos que contribuye con el 21% del PIB agropecuario estatal. Se tiene una población de 78,000 cabezas de ganado lechero en producción, concentrado principalmente en establos tecnificados, por lo que a nivel nacional la cuenca lechera de Aguascalientes es junto a la Comarca Lagunera, la más competitiva de México. Las cuencas lecheras concentran grandes poblaciones de ganado que demandan un gran consumo de agua para la producción de forrajes, éstos constituyen del 40-60% de la ración alimenticia del ganado, en Aguascalientes se establecen 25,000 hectáreas de riego, en donde el maíz forrajero representa el 65% de la superficie, éste tiene una eficiencia de 1.4 Kg de MS/m3 de agua, aunque se han descrito potenciales de hasta 4.7 Kg MS/m3 de agua.

En Aguascalientes, el maíz forrajero es el de mayor superficie cultivada con cerca de 16 mil hectáreas sembradas en el ciclo Primavera-Verano (SIAP, 2012), siguiéndole en menor proporción el sorgo con 1150 ha; en el ciclo de producción Otoño-Invierno se siembra una menor superficie con 6096 ha, entre triticale, avena y praderas anuales, mientras que la alfalfa ha experimentado en los últimos diez años un incremento en la superficie registrándose actualmente 6040 hectáreas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en diez establos de la Cuenca Lechera de Aguascalientes, éstos fueron muestreados para los ciclos Primavera-Verano y Otoño-Invierno 2012. Las unidades de producción son representativas del sistema de explotación de la región, fueron seleccionados de acuerdo al método de conveniencia y están localizados en la región del Valle donde se asienta el manto freático interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación.

Para el análisis del uso eficiente del agua, se realizó el aforo en las fuentes de abastecimiento en cada explotación, la medición se hizo por el método de molinete hidráulico para determinar la velocidad del caudal, el cálculo se ajusto al diámetro y boqueo del tubo para obtener el gasto preciso. En riegos superficiales la evaluación de láminas de riego se realizó por el método de carga-gasto para sifones y de molinete hidráulico para canales revestidos, la lámina se obtuvo por el gasto y tiempo de riego. Para sistemas presurizados (avance frontal y pivote central) se evaluaron por la metodología propuesta por Román *et al* (2005), en la cual se colocaron pluviómetros en forma radial al pivote con espacios no menores de 6 m ni mayores de 12 m, para colectar la lluvia y cuantificar la lámina al cultivo, se registró la velocidad del sistema y se llevó una bitácora con los eventos de riego al cultivo. La necesidad de agua de riego en los forrajes se estimó a partir de la información climática de temperatura, humedad relativa, precipitación y radiación solar a través del método de Penman-Monteith.

Para calidad nutricional, se obtuvieron muestras por triplicado de cada lote de producción de forraje para estimar el rendimiento obtenido, éstas fueron analizadas mediante la técnica del cercano infrarrojo (NIR) para obtener valores de calidad nutricional como digestibilidad in vitro, digestibilidad de la Fibra Detergente Neutro (FND), Proteína Cruda (PC), Fibra Detergente Acido (FDA) y FDN.

Con la información obtenida de eficiencia del uso de agua en la producción de forrajes, se determinó el indicador de producción de materia seca por cada metro cúbico de agua irrigada (Kg MS/m^3), los datos fueron analizados de forma descriptiva y se hizo una prueba de χ^2 de independencia entre datos para diferencias estadísticas con un nivel de significancia al 0,05.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las láminas de riego (LR) encontradas en el estudio tienen un amplio rango de variabilidad dentro de ciclo y entre unidades de producción, la cual depende del sistema de riego utilizado y el manejo agronómico. Como se observa en el cuadro 1, las LR mayores fueron en el ciclo PV en comparación al OI, esto obedece a las condiciones climáticas y el cultivo que se establece en cada ciclo. Algunos estudios han descrito LR superiores a las encontradas en nuestro

estudio, Núñez *et al.,* (2012) reporto que para Aguascalientes las LR fueron de 9000 m3/ha, y superiores en la Región Lagunera.

Cuadro 1. Láminas de riego aplicadas a la producción de forrajes.

ID Establo	Localidad	Cultivo		Sistema de Riego	Lámina de Riego (m^3/ha)	
		PV	OI		PV	OI
1	Ojocaliente, Zac.	Maíz	Triticale	Goteo / Side-Roll	6,880	2,980
2	Luis Moya, Zac.	Maíz	Triticale	Pivote Central	7,240	4,750
3	Rincón de Romos, Ags.	Maíz	Triticale	Superficial	7,129	7,070
4	Pabellón de Arteaga, Ags.	Maíz	Pasto	Superficial	6,679	7,220
5	Pabellón de Arteaga, Ags.	Maíz	Triticale	Goteo sub-superficial	7,220	5,100
6*	Pabellón de Arteaga, Ags.	Maíz	Avena	Goteo / Aspersión	7,687	6,000
7*	San Fco de los Romo, Ags.	Maíz	Pasto	Goteo / Aspersión	8,290	12,470
8	Jesús Maria, Ags.	Maíz	Triticale	Pivote central	5,402	4,284
9	Aguascalientes, Ags.	Maíz	Triticale	Pivote central	5,943	2,970
10*	Encarnación de Díaz, Jal.	Maíz	Triticale	Superficial / Side-Roll	9,552	6,220
	Media de Lámina de Riego				**7,202**	**5,906**

**Indica que al siguiente ciclo cambian de sistema de riego*

Las LR no fueron estadísticamente diferentes entre sí (P>0,05), ubicándose todas dentro de la media, sin embargo éstas superan la demanda de evapotranspiración del cultivo, lo cual sugiere que se requiere de una mayor eficiencia en la aplicación (% E*a*), Cruz-Chairez *et al* (2012), en su estudio describió que la E*a* está por encima del requerimiento hídrico del cultivo, por lo que una buena opción para el mejoramiento de la EUAR es basar el riego en los indicadores fisiológicos del cultivo y agroclimáticos de la región. Por otra parte, las EUAR determinadas en nuestro estudio coinciden con las reportadas por Howell (2001) en Australia, donde describe EUAR similares a las obtenidas en Aguascalientes de 3.24 y 2.02 Kg MS/m3 para maíz forrajero y cereales respectivamente.

Cuadro 2. Tamaño del hato, superficie cultivada, rendimiento de MS y EUAR.

ID Establo	No Vacas en Producción	Superficie (ha)	Rendimiento MS (t/ha)		EUAR (Kg MS/m^3)	
			PV	OI	PV	OI
1	2,350.	225	25.5	11.1	3.86	3.72
2	610	220	25.2	12.1	3.49	2.54
3	125	21.0	20.1	12.5	2.83	1.76
4	207	22.5	19.3	12.5	2.97	1.73
5	480	36.0	23.0	10.7	3.00	2.11
6	570	11.0	21.8	4.2	2.84	0.70
7	600	51.0	26.9	12.1	3.25	0.97
8	615	70.5	24.5	12.0	4.53	2.80
9	455	64.0	24.2	9.9	4.80	3.33
10	145	13.5	21.0	9.2	2.14	1.38
Media	**615**	**73.4**	**23.1**	**10.6**	**3.37**	**2.10**

El cuadro 2 muestra los rendimientos de materia seca (MS) obtenidos en nuestro estudio son superiores a la media estatal reportada de 19 t/ha, mientras que éstos son estadísticamente significativos (P<0,05) donde el mejor rendimiento se obtuvo en la localidad 7 con 26.9 t/ha con un sistema de riego por goteo en el ciclo PV, y las localidades 3 y 4 con 12.5 t/ha con triticale y pasto rye-grass respectivamente en el ciclo OI. Para el indicador de EUAR lo obtuvo la localidad 9 con maíz forrajero y la localidad 1 con triticale, con 4.80 y 3.72 Kg-MS/m^3 respectivamente.

La disponibilidad de forraje anual por hectárea es de 33.7 toneladas de MS, mientras que la superficie promedio es de 73.4 ha y el tamaño medio del hato de 615 cabezas, lo cual sugiere una disponibilidad anual de 4.02 t-MS/cabeza, similares resultados encontró Núñez *et al* (2012) en Aguascalientes.

La calidad nutricional es un importante factor a considerar en la producción de forrajes, ya que éste provee la mayoría de la Energía Neta de Lactancia (ENL) y es la principal fuente de fibras para el alimento. En el cuadro 3, se observa la calidad nutricional de los forrajes producidos en Aguascalientes, hubo diferencias estadísticas significativas para DIV y FDN (P<0,05) esta variabilidad de los forrajes obedece a la etapa de corte e híbrido seleccionado en cada unidad de producción. Collar y Silva (2010), describen que el contenido de materia seca en el corte es el factor más determinante en la calidad nutricional de un ensilado, encontrando una R^2=0.63 entre el contenido de MS y los componentes nutricionales.

Cuadro 3. Calidad Nutricional de los forrajes producidos en Aguascalientes

ID Establo	Digestibilidad (% MS)		FDN (% MS)		PC (% MS)		Estimado de Leche (t/ha)	
	PV	OI	PV	OI	PV	OI	PV	OI
1	79	77	48.1	57.5	8.4	12.1	22.8	7.3
2	80	75	43.9	46.5	7.9	12.0	25.4	9.9
3	77	72	47.1	47.8	8.1	8.7	17.4	9.1
4	79	84	49.2	33.9	8.7	22.1	16.9	16.4
5	84	79	44.9	54.6	7.7	15.1	25.1	8.2
6	81	75	44.9	46.0	7.3	13.6	22.1	3.4
7	82	88	43.7	36.9	8.3	25.9	28.4	16.4
8	80	76	45.2	48.3	7.9	13.3	21.4	9.8
9	82	75	38.3	51.0	7.2	15.4	28.3	7.2
10	77	74	51.8	50.8	7.8	15.6	14.9	6.5
Media	**80.1**	**77.5**	**45.7**	**47.3**	**7.9**	**15.3**	**22.2**	**9.4**

La localidad 7 tuvo el mejor estimado de con 28.4 t/ha para el ciclo PV, y para el ciclo OI la obtuvo la localidad 7 y 4 con pasto rye-grass. Como se observa en el cuadro 3, estos estimados de leche obtenidos a partir del programa Milk-2006 (UW-Madison) corresponden a los forrajes que presentaron la mejor DIV y niveles de FDN aceptables entre 44-47%, estos indicadores de calidad son los que tiene más influencia en el consumo de materia seca de parte del ganado lechero, y determinan el potencial de leche producida (Oba y Allen, 1999). No se encontraron diferencias estadísticas ($P>0,05$) para los valores de PC en los forrajes de PV, mientras que los de ciclo OI fueron estadísticamente significativos en PC ($P<0,05$).

Los forrajes producidos en el ciclo OI, presentan menor DIV y mayor FDN en comparación a los producidos en PV, mientras que el valor de proteína es superior en los cereales de ciclo invernal. Esta diferencia obedece en gran parte a la especie cultivada y no a la selección de germoplasma o etapa de corte, ya que los valores obtenidos son muy similares a los reportados por Cruz-Chairez (2012) para la Región Lagunera bajo distintos niveles de riego.

CONCLUSIONES

La producción de forrajes en Aguascalientes presenta mejores EUAR en comparación a otras regiones del país, sin embargo las LR encontradas en el estudio se consideran superiores a la demanda hídrica del cultivo y las condiciones agroclimáticas.

El maíz y cereales de ciclo invernal son los principales cultivos para el abasto de forrajes de la cuenca lechera de Aguascalientes, y presentan EUAR similares a otras regiones de régimen templado, sin embargo el desbalance del acuífero es un factor crítico que debe considerarse para incrementar la EUAR.

Los establos ubicados en la cuenca lechera de Aguascalientes, tienen una disponibilidad de forraje aceptable, sin embargo otros estudios sugieren que se requiere de mayor producción para abastecer la demanda de 393 mil toneladas, lo cual implicaría mayor extracción de agua del acuífero, por lo que se hace necesario establecer modelos de producción de forrajes sustentables y eficientes.

BIBLIOGRAFIA

Collar C., Silva N., 2010. Making Silage in custom operations, challenges and opportunities. UCA-Davis Extension.

Cruz-Chairez J.J., Sánchez D.J., Faz C.R., Núñez H.G. 2012. Manejo Integrado de Tecnologías para Mejorar el rendimiento, calidad y uso de agua en forrajes. Agrofaz 12(4) 113-124.

Howell T.A. 2001. Enhancing water use efficiency in irrigated agriculture. J.Agron. 93:281-289

Núñez H.G., Cruz-Chairez J.J., Santana O.I., Rodríguez H.K., Sánchez D.J., Ochoa M.E., Figueroa V.U., González C.F., González A.R., Reyez G.A., Faz C.R. Serrato M.H. 2012. Modelo de procesos para el diagnóstico del uso del agua de riego en la producción de forrajes en explotaciones lecheras del sistema intensivo en ambientes cálido y templado. Agrofaz 12(4)103-112.

Oba M., Allen. 1999. Effects of Brown Midrib 3 Mutation in corn silage on dry matter intake and productivity of high yielding dairy cows. J. Dairy Sci. 1:135-142

Román A.L., Mendoza S.F., Insunza I.I., Sánchez C., Rodríguez C. 2005. Evaluación de Sistemas de Riego Presurizados. Folleto Científico No. 17 INIFAP. 22pp.

APROVECHAMIENTO NUTRIMENTAL EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MELÓN CON LA APLICACIÓN DE ESTIÉRCOL Y ÁCIDOS FÚLVICOS.

Potisek Talavera María del Carmen.[1], González Cervantes Guillermo[1], Velásquez Valle Miguel [1], Macías Rodríguez Hilario [1].

[1]CENID-RASPA, INIFAP. Km 6+500 margen derecha canal Sacramento, Gómez Palacio Dgo. México E-mail: potisek.carmen@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la tendencia a utilizar productos orgánicos, permiten a los agricultores obtener mayores rendimientos sin alterar el medio ambiente. En este sentido, los ácidos fúlvicos han despertando un gran interés en los productores del campo; pues entre sus múltiples beneficios posibilitan un mejor aprovechamiento de fertilizantes foliares y radiculares, además de estimular el crecimiento general de la planta, lo cual se traduce en mayores rendimientos y mejor calidad de cosechas. También ayudan a mejorar la estructura del suelo al favorecer la formación de agregados y la reproducción exponencial de microorganismos. El ácido fúlvico es la parte más activa del humus, es soluble en medio ácido, neutro y alcalino, a diferencia del ácido húmico que no es soluble en pH ácido. Esto ocasiona, por ejemplo, que el calcio se precipite en presencia de ácido húmico, mientras que se mantiene en solución en presencia de ácido fúlvico (2000, AGRO).

De acuerdo a Zaghloul et al, (2009), la complejación y/o quelatación de cationes, es probablemente el más importante papel de las sustancia húmicas (SH) en los vegetales, ya que al quelatar los iones, dichas sustancias facilitan la disponibilidad de los cationes para algunos mecanismos. Mediante los ajustes del pH en los ácidos fúlvicos puede regularse la adsorción de iones. Dichos ácidos presentan un pH=4. Para modificar su pH, es necesario adicionar hidróxido de potasio (KOH, 1N) y ajustar a un pH=9 (López ,2009).

De acuerdo a Castellanos, (1986), menciona que los nutrimentos contenidos en la gallinaza son más rápidamente disponibles para el cultivo; el mismo autor comenta que el nitrógeno contenido en la gallinaza es dos veces más que en el estiércol y en el caso del fósforo es cuatro veces mayor. Márquez y Cano, (2004) refieren que dependiendo del contenido nutrimental en la composta, ésta por sí sola puede cubrir la demanda del cultivo; así como lo mencionan Tuzel et al. (2003) al obtener rendimientos de tomate orgánico hasta de 90 t ha^{-1} en invernadero al fertilizar únicamente con gallinaza. Sin embargo Figueroa, (2002) refiere que al emplear alguna composta, es necesario adicionar algunos macroelementos y algunos quelatos para garantizar la calidad de la cosecha.

Los cationes son complejados en diferentes extensiones por los ácidos húmicos, por ejemplo, los elementos metálicos son más rápidamente adsorbidos que los alcalino térreos; ya que podrían complejar hierro y zinc más rápido que el sodio (Stevenson, 1994; Orlov, 1995), por lo que al adicionar ácidos fúlvicos el hierro es más abundante en tejido vegetal de follaje de tomate (Cuevas, 2001) y el calcio en melón (Serna, 2001). Bajo los antecedentes mencionados se propone como objetivo en la presente investigación:

OBJETIVO

Evaluar la recomendación de fertilización basada en las aportaciones nutrimentales del suelo y el agua conjuntamente con los ácidos fúlvicos en dos condiciones de pH (6 y 7) sobre el rendimiento de melón bajo condiciones de bioespacio o malla sombra..

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en el área de Agricultura Protegida del CENID_RASPA en Gómez Palacio, Durango, en un bioespacio con una superficie total de 308 m^2. Se llevó a cabo el muestreo inicial del suelo dos meses antes de aplicar el estiércol en el Bioespacio. La aplicación del estiércol a razón de 2 kg m^{-2} a una profundidad de 0-20cm se hizo en febrero del 2012. El muestreo posterior a la aplicación del estiércol se realizó la primera semana del mes de marzo. Con los resultados de los análisis fisicoquímicos del suelo (inicial y posterior a la aplicación del estiércol) y el agua de riego, se obtuvieron las aportaciones para suelo y agua y así poder complementar la solución ideal para el cultivo de melón propuesta por Camacho , (2009). Las plantas de melón (Cucumis melo L.) cv. Cruisier, se obtuvieron en semillero aparte y se trasplantaron al Bioespacio con malla antiáfido en 15 camas meloneras de dimensiones cada una de 0.65 de ancho X 13m de largo. El trasplante se hizo el 04 de abril del 2012 a una densidad de plantación de 3.41 plantas m^{-2}. Se registró el pH del ácido fúlvico; siendo de 4 unidades (ácido), posteriormente se incrementó hasta los valores deseados de pH=7 y pH= 6. La primera aplicación de ácidos fúlvicos a razón de 4ml L^{-1}de agua por planta, se realizó previo el trasplante, aplicando en forma equitativa alrededor de cada planta y aplicado al suelo. La segunda aplicación de AF se hizo 30 días después del trasplante con la misma cantidad de AF L^{-1} de agua que al inicio y de la misma forma, solamente con el cuidado de no dañar la raíz. Mediante la técnica de fertirrigación se realizó la incorporación de los fertilizantes. La fertilización se hizo en base a la solución ideal nutrimental universal de Steiner. La solución nutrimental utilizada para el cultivo de melón fue la propuesta por Cadahia, (2005). La fertilización consistió en la aplicación de $N\text{-}NO_3$(7.3 meq), K^+ (3.7meq), H2PO4 (1.2meq) , Ca

$^{++}$(3.5meq), Mg^{++}(2meq), $HCO3^{-}$ (1.5-2meq). Completando la solución ideal con los aportes de suelo en el Bioespacio y el agua correspondientes. La fertilización se hizo dos veces por semana, aplicándose en el primer riego del día durante el desarrollo vegetativo del cultivo. Al inicio de la fructificación se fue incrementando al triple la cantidad de N-NO3 y al doble para el Ca y el K hasta la cosecha. En el Cuadro 1. Se presentan los valores de cationes y aniones que aporta el agua de riego utilizada en el Bioespacio.

Cuadro 1. Análisis fisicoquímico del agua utilizada para el riego del cultivo de melón en bioespacio.

Parámetro	Valor
pH	7.52
CE(microsimens cm^{-1})	1.18
Ca (me/L)	8.26
Mg (me/L)	1.2
Na (me/L)	2.72
K (me/L)	0.41
CO_3^{--}(me/L)	0.27
HCO_3^{-} (me/L)	3.97
Cl^{-}(me/L)	1.88
SO_4^{-} (Me/L)	6.03

Los tratamientos evaluados en el bioespacio son mostrados en el Cuadro 2.

Cuadro 2.- Tratamientos evaluados en un Bioespacio.

Tratamiento	Descripción	Dosis por Planta
1	Acido Fúlvico (AF) pH 7	4ml L^{-1}
2	Control Sin Ácido	
3	Acido Fúlvico (AF) pH 6	4ml L^{-1}

En el Cuadro 3. Es mostrada la solución ideal para la fertilización en melón, la cual solamente se completó con 5.43 y 0.98 meq L^{-1} con ácido nítrico y nitrato de potasio y aplicándose en el agua de riego; ya que con las cantidades de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio que aportó el estiércol, cubre las necesidades dispuestas por (Cadahia. 2005)

Cuadro 3. Solución Ideal para fertilizar el cultivo de melón (Cadahia, 2005)

	Nitratos	Potasio	Calcio	H2PO4	Mg	SO4	Cl	HCO3	NH4	Na
IDEAL (meq L^{-1})	7.3	3.7	3.5	1.3	2	3-8	-	1.5-2	-	-
APORTE CON FERTILIZANTE	No	No	No	No	No	No	-	No	No	-
HNO3(meq L^{-1})	5.43									
Nitrato de Potasio	0.98									

La variable de rendimiento fue analizada estadísticamente mediante el programa SAS en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones por tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 4. Son mostrados los resultados de los análisis fisicoquímicos del suelo antes de aplicar el estiércol y posterior a su aplicación, donde se observó que todos los parámetros incrementaron su valor posterior a la aplicación.

Cuadro 4. Resultados del análisis fisicoquímico del suelo (muestra compuesta) a la profundidad de 0-20 cm. inicial y después de aplicar estiércol en Bioespacio.

Parámetros	Valor Inicial	Valor Posterior a la aplicación
pH	7.92	8.31
Conductividad eléctrica(dS m^{-1})	1.03	2.85
Cationes solubles(meq L^{-1})		
Ca	4.90	17.96
Mg	0. 66	8.90
Na	4.55	9.80
K	0.88	2.3
CO_3 (%)	3.67	4. 63
MO (%)	1.04	8.83
Nitrógeno disponible (mg kg^{-1})	11.52	42.56
Fósforo disponible(mg kg^{-1})	18.7	104.3
Potasio disponible(mg kg^{-1})	556.38	1160
Clase textural	Franco Arenosa	Franco Arenosa

En el Cuadro 5. Son mostrados los resultados del contenido nutrimental del análisis foliar de la planta de melón y los índices de referencia para algunas etapas. A los 35 días después de la siembra los valores en porciento de los parámetros nitratos, fósforo, potasio, calcio magnesio y sodio con valores de 0.331, 0.51, 3.08, 1.30, 0.53 y 2.25 respectivamente. En la etapa de floración, se observó que todos los valores de extracción para los tres tratamientos fueron menores que los indicados por el índice de referencia para los nutrimentos nitratos, fósforo, potasio, calcio magnesio y sodio; sin embargo con el tratamiento de ácido fúlvico a pH6 mostró las mayores extracciones con valores de 0.410, 0. 51, 3.42, 4.47, 0.48, 0.249 en los parámetros nitratos, fósforo, potasio, calcio magnesio y sodio. Para la etapa de fructificación, las extracciones nutrimentales de los tres tratamientos estuvieron muy por

debajo de los índices de referencia. Las mayores extracciones se presentaron con los elementos fósforo, potasio, calcio y magnesio en los tres tratamientos, sin llegar al índice de referencia.

Cuadro 5. Extracción nutrimental en por ciento e índices de referencia para etapa de floración y fructificación en el cultivo de melón

Etapa de desarrollo	Tratamiento	% Materia Seca					
		NO_3 Na	P	K	Ca	Mg	
Trasplante (35 dds)		*0.330*	0.51	3.08	1.30	0.53	2.25
INDICE REF (Desarrollo Vegetativo)		***4.6-4.9***	***0.5-06***	***3.1-3.2***	***ND***	***ND***	***ND***
Inicio de Floración	B AF pH_7	0.342	0.42	3.79	4.61	0.44	0.184
	B Control	0.185	0.39	2.68	3.59	0.44	0.310
	B AF pH_6	0.410	0.51	3.42	4.47	0.48	0.249
INDICE REF (Fructificación)		***3.70***	***0.50***	***4.20***	***5.90***	***1.30***	***0.50***
Amarre de fruto	B AF pH_7	0.10	0.38	2.80	3.69	0.55	0.10
	B Control	0.07	0.39	2.55	4.74	0.57	0.079
	B AF pH_6	0.12	0.31	2.76	4.82	0.57	0.094

ND=No disponible

En el Cuadro 6. Son mostrados los valores de F y los valores de la probabilidad para la variable de rendimiento en base a los resultados del ANVA. La variable mostró diferencia significativa en cuanto a los tratamientos al nivel de alfa= 0.05. No mostró significancia entre bloques, ni en la interacción tratamiento * bloque, como se observa en el Cuadro 2.

El rendimiento más alto fue de 7.0456**a** Kg m^{-2} con el tratamiento de ácidos fúlvicos pH 7, seguido del tratamiento de ácidos fúlvicos pH 6 con un rendimiento de 5.60**b** Kg m^{-2} ; mientras que el rendimiento del tratamiento control fue de 5.2433**b** Kg m^{-2}.

Cuadro 6.-Valor de F del análisis de Varianza para las variables Peso del fruto y Rendimiento con la aplicación de ácidos fúlvicos a pH7 y pH6.

Variable	Fuente	F-Valor	P > F
Rendimiento	Tratamientos	4.76	0.0220 *
	Bloque	0.39	0.6812 NS
	Tratamiento*Bloque	1.15	0.3637 NS

Pr>F Alfa> 0.05

CONCLUSIONES

*Los macroelementos iniciales en el suelo, se incrementaron con la aplicación del estiércol

*La fórmula de fertilización recomendada en el cultivo de melón fue baja

* Las extracciones de los elementos nutrimentales en general fueron muy bajas con respecto a los índices de referencia por etapas.

* Se sugiere realizar ajustes a la fórmulas de fertilización recomendadas para otros lugares .

* El rendimiento más alto fue de 7.0456**a** Kg m^{-2} con el tratamiento de ácidos fúlvicos pH 7, seguido del tratamiento de ácidos fúlvicos pH 6 con un rendimiento de 5.60**b** Kg m^{-2} ;

BIBLIOGRAFÍA

2000. AGRO. REVISTA INDUSTRIAL DEL CAMPO. SECCIÓN AGROINDUSTRIA. CONSULTADO EL 03 DE OCTUBRE DEL 2012. http://www.2000agro.com.mx/agroindustria/acido-fulvico-mas-crecimiento-calidad-y-rendimiento

Castellanos, J.Z. 198. Evaluación del estiércol de bovino y gallinaza como fuente de fósforo en el cultivo de alfalfa. Agricultura Técnica México 12: 247-258.

Cuevas, P. A. 2001. Control de clorosis férrica en tomate por fulvato de hierro. Tesis de Maestría. Departamento de Horticultura. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (UAAAN), Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Figueroa V. U. 2002. Uso sustentable del estiércol en sistemas forrajeros bajo riego. Revista Unión Ganadera. Unión Ganadera Regional de la Laguna. Vol. 38: 11-12.

López, S. R. 2009. Comportamiento de tre ácidos fúlvicos en la nutrición y distribución de raíz del chile piquín y Naranjo. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Forestales.Tesis Maestría. Linares, N.L., México. 74.

Márquez H. C. y Cano R.P. 2004. Producción orgánica de tomate bajo invernadero. En: Memorias del segundo simposio internacional de producción de cultivos en invernaderos. Fundación UANL-FA-UANL. Monterrey, Nuevo León. Mayo 21-22.

Orlov, D. S. 1995. Humic Substances of the Soil and General Theory of Humification. A. A. Balkema, Publishers, Old Post, Road, Brookfield, VT. USA.

Serna, A. R. M. 2001. Ácido fúlvico en solución nutritiva para mejorar la calidad de plántula y el rendimiento en melón. Tesis de Maestría. Departamento de Horticultura. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (UAAAN), Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Schnitzer, M. 2000. Life time Perspective on the chemistry of soil organic matter. D.L. Sparks (Ed.). Advances in Agronomy. Academic Press. 98:3-5

Stevenson, F. J. 1994. Humus chemistry: Genesis, composition, reactions. J.Wilwy and Sons, New York, NY.

Tuzel Y., Yagmur, B: and Gumus. 2003. Organic tomato production under greenhouse conditions. Act. Hort 614:775-780

MEJORAMIENTO DEL SUELO CULTIVADO CON CHILE PARA SECADO MEDIANTE PRÁCTICAS AGRONOMICAS

Alfonso Serna Pérez*, Jorge A. Zegbe Domínguez, Jaime Mena Covarrubias

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Zacatecas
*E-mail: aserna@zacatecas.inifap.gob.mx

INTRODUCCION

La explotación extensiva e intensiva del cultivo de chile (*Capsicum annuum* L.) para secado ha deteriorado los terrenos de cultivo y muy probablemente ha contribuido a la sobreexplotación de los acuíferos (Echavarría *et al*., 2009), lo que ha obligado a abrir nuevas tierras para resolver problemas de productividad, contaminación del suelo y enfermedades de la planta (Rincón *et al*., 2004). Por lo que la sustentabilidad del cultivo debería basarse en nuevos sistemas de manejo que mejoren la productividad del suelo y que incluyan alternativas para mejorar la eficiencia en la aplicación del agua de riego.

La rotación de cultivos e incorporación de abono verde al suelo son prácticas fundamentales para un sistema sustentable de producción porque tienen un impacto positivo en las propiedades físicas del suelo y contenido de materia orgánica (Harrison *et al*., 2006). Pero también reducen la erosión e incrementan la capacidad de almacenamiento del agua (Al-Kaisi, 2001), y auxilian al control de organismos dañinos para el cultivo modificando o interrumpiendo sus ciclos biológicos (Reznicek *et al*., 1998; Kirkpatrick y Thomas, 2007). Sin embargo, poca o nula información existe sobre la implementación de dichas prácticas para solucionar los problemas técnicos indicados en la producción de chile seco.

El objetivo de este estudio fue probar cuatro sistemas de manejo del cultivo sobre la calidad del suelo, expresada como incremento en contenido de materia orgánica, reducción de densidad volumétrica y dureza, y mayor estabilidad de los agregados del suelo cultivado con chile 'Mirasol' para secado.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó de 2006 a 2010 en el Campo Experimental Zacatecas (22º 54' N, 102º 39' O, con altitud de 2,197 m), cuya temperatura media anual es de 14.6 ºC, precipitación pluvial media anual de 416 mm y evaporación promedio anual de 1,609 mm. Las diferencias entre lluvia y evaporación son importantes de diciembre a junio por lo que este cultivo se irriga. El suelo se clasifica como Kastanozem (Michéli et al., 2006) de textura franco-arenosa, con pH de

7.5 y contenido de materia orgánica de 1.1 %. El trasplante se realizó el 21 de abril, 1 de mayo, y 27, 11 y 24 de abril de 2006, 2007, 2008, 2009 y 2010, respectivamente. Las plantas se establecieron en surcos de 76 cm, a hilera sencilla y a una densidad de 44 mil plantas ha^{-1}. El manejo del cultivo, fertilización y control de plagas y enfermedades se realizaron siguiendo el protocolo del CEZAC (Bravo *et al*., 2006).

Se evaluaron cuatro sistemas de manejo de cultivo (SMC) y dos formas de aplicación del agua de riego (FR). Los SMC resultaron de la combinación de las prácticas agronómicas de mejoramiento del suelo: rotación de cultivos (RC) e incorporación de abonos verdes (IAV); y la aplicación de insumos orgánicos (IO) y químicos (IQ) para la fertilización y control de organismos dañinos. Los niveles de SMC fueron: '*Convencional con Rotación*' con la RC chile-maíz-chile en el ciclo primavera-verano (PV), sin IAV y con IQ; '*Intermedio*' con la RC chile-maíz-chile en PV, con IAV de maíz en el ciclo PV e IQ; '*Orgánico*' con la RC chile-avena-maíz-avena-chile, con IAV de avena en el ciclo otoño-invierno (OI) y de maíz en PV; y '*Convencional Monocultivo*' sin RC, sin IAV y con IQ, este tratamiento es el testigo y replica la práctica de manejo del productor promedio. En los SMC 'Intermedio' y 'Orgánico' la semilla se trató con *Trichoderma* (21.3 mg por semilla), mientras que en los SMC Convencional con Rotación y Monocultivo la semilla se trató con fungicida CAPTAN al 50%. El experimento se condujo en un diseño experimental en parcelas divididas con arreglo en bloques completos al azar y factorial en los tratamientos, repetidos cuatro veces. Los SMC fueron las parcelas grandes y la forma de riego fue la parcela chica. Aquí solamente se presentan los resultados para SMC

En marzo de 2011, en todas las unidades experimentales se determinaron las variables del suelo: contenido de materia orgánica (Nelson y Sommers, 1982), estabilidad de agregados en agua mediante la técnica de Herrick *et al*. (2001), densidad aparente por el método del cilindro de volumen conocido (Blake, 1965), y resistencia a la penetración o dureza del suelo con un penetrómetro de cono similar al descrito por Herrick y Jones (2002). Estas variables son indicadoras de la calidad del suelo y su funcionabilidad (Whisenant, 1999).

La información se analizó con un modelo lineal de parcelas divididas con arreglo en bloques completos al azar y factorial en tratamientos con el procedimiento GLM del sistema de análisis estadístico (SAS Institute, 2002-2003). Antes del análisis, las variables expresadas en porcentaje fueron trasformadas a arco-seno raíz cuadrada de su valor. Los valores medios por tratamiento, de las variables transformadas, se indicaron después de su re-transformación. La

diferencia mínima significativa de Fisher ($P \leq 0.05$) se utilizó como criterio en la comparación de medias de tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSION

La forma en que los sistemas de manejo (SMC) afectaron el contenido de materia orgánica, densidad aparente, resistencia a la penetración y estabilidad de agregados del suelo; después de cinco años de aplicación continua sobre el suelo del área experimental se presentan en el Cuadro 1. Los SMC tuvieron un efecto significativo ($P<0.05$) sobre el contenido de materia orgánica del suelo. Tomando como punto de comparación el contenido de materia orgánica del suelo al inicio del proyecto el cual fue de 1.1 %, el incremento en el contenido de materia orgánica fue de 75 %, 43 % y 27 % para los SMC 'Convencional con Rotación', 'Intermedio' y Orgánico'; respectivamente. En contraste, el suelo del SMC 'Convencional Monocultivo tuvo una reducción del 27 % en el contenido de materia orgánica en comparación con la condición inicial del suelo para esta variable.

Con respecto a la densidad aparente del suelo, también se encontraron diferencias ($P<0.05$) entre los SMC (Cuadro 1). El efecto de los SMC 'Convencional con Rotación' y 'Orgánico' fue benéfico pues redujo la magnitud de esta variable e incremento la porosidad del suelo en términos absolutos en 3 y 5 % respectivamente, en comparación con el SMC 'Convencional Monocultivo'. El SMC 'Intermedio' no mostro una mejora significativa ($P<0.05$) en cuanto a la densidad aparente con respecto al 'Monocultivo', pero aun así logro incrementar un 2 % la porosidad del suelo. El simple uso de la práctica de rotación de cultivos fue más significativo en el mejoramiento de estas variables en contraste con los SMC que además de esta práctica incluyeron la adición de abonos verdes. El paso continuo de maquinaria agrícola y el uso intensivo del suelo propio de los SMC 'Intermedio' y 'Orgánico' podría explicar los resultados obtenidos.

Cuadro 1. Efecto del sistema de manejo del cultivo (SMC) sobre las variables del suelo: contenido de materia orgánica, densidad aparente, dureza (o resistencia a la penetración) y estabilidad de agregados; después de cinco años de la aplicación continua de dichos tratamientos sobre el suelo del área experimental.

SMC / Variable del Suelo	Materia Orgánica (%)	Densidad Aparente ($g \cdot cm^{-3}$)	Dureza ($kg \cdot m^2\ s^{-2}\ cm^{-1}$)	Estabilidad de agregados (Clase)
Orgánico	1.9 a	1.43 bc	14.2 ab	4.1 a
Intermedio	1.6 b	1.45 ab	14.4 ab	3.8 a
Convencional con Rotación	1.4 c	1.39 c	11.4 b	2.6 b
Convencional Monocultivo	0.8 d	1.51 a	16.5 a	1.8 c

Letras diferentes en una columna de cada factor indican diferencias significativas (DMS, 0.05).

Los SMC afectaron ($P<0.05$) la dureza del suelo, medida como resistencia a la penetración, de forma similar a como sucedió con la densidad aparente (Cuadro 1). El SMC 'Convencional con Rotación' redujo considerablemente la dureza del suelo en comparación con el SMC 'Convencional Monocultivo'. Sin embargo, los SMC Orgánico' e 'Intermedio' a pesar de mostrar valores de dureza menores que el 'Monocultivo' no lograron tener un efecto estadísticamente significativo. La dureza del suelo, también llamada compactación, es una variable muy relacionada con el uso intensivo de maquinaria agrícola o un bajo contenido de materia orgánica (Brady y Weil, 2000), lo cual podría explicar los valores obtenidos para esta variable. En los SMC 'Intermedio' y Orgánico', la maquinaria agrícola fue usada de una manera más intensa, puesto que se aplicaron labores extras como segar el cultivo que sirvió como abono orgánico y los pasos de rastra para su incorporación, e incluso la siembra de un cultivo extra en el ciclo otoño-invierno como en el SMC 'Orgánico'. Por otro, lado la ausencia del descanso propiciado por la rotación de cultivos y la adición de los residuos de cosecha propios de la rotación de cultivos redujo el contenido de la materia orgánica del suelo en el 'Monocultivo', incrementando su dureza o compactación.

Los SMC tuvieron un efecto significativo ($P<0.05$) sobre la estabilidad de agregados del suelo (Cuadro 1). El SMC 'Convencional Monocultivo' que es similar a la forma de producción del productor tradicional (sin practica agronómica para el mejoramiento del suelo) correspondió a la estabilidad de agregados Clase 2, la cual describe a un suelo con pobre desarrollo de agregados, baja porosidad, mal drenaje, baja capacidad de infiltración y de baja productividad. La incorporación de la rotación de cultivos, que corresponde al SMC 'Convencional con Rotación', incrementó la estabilidad del suelo a la Clase 3, que define a un suelo con recuperación paulatina de agregados, porosidad media, drenaje regular, capacidad de

infiltración regular y productividad media. La adición al SMC de la incorporación de abonos verdes al suelo conformo los SMC Orgánico' e 'Intermedio' e incremento la estabilidad del suelo a la Clase 4, en donde los suelos tienen un desarrollo moderado de agregados, distribución equilibrada del tamaño de poros, recuperación del funcionamiento del drenaje vertical, y buena capacidad de infiltración y productividad (Herrick et al., 2005).

CONCLUSIONES

Los sistemas de manejo de cultivo Orgánico, Intermedio y Convencional con Rotación promovieron el cambio en el contenido de la materia orgánica, la estabilidad de los agregados y la reducción de la densidad aparente y la resistencia a la penetración de la superficie del suelo modificando positivamente la calidad del suelo y propiciando condiciones favorables para el mejoramiento de su productividad.

BIBLIOGRAFIA

Al-Kaisi M. 2001. Impact of tillage and crop rotation systems of soil carbon sequestration. Iowa State University. University Extension. Paper PM 1871. 6 p.

Blake G.R. 1965. Bulk density. In: Black C.A. (ed). Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical properties, including statistics of measurements and sampling. Agronomy Monograph Series. American Society of Agronomy. Madison, Wis., USA. p: 374-390.

Bravo L.A.G., Galindo G.G., Amador R.M.D. 2006. Tecnología de producción de chile seco. INIFAP, CIRNOC, Campo Experimental Zacatecas. Libro Técnico No. 5., 222 p.

Brady N.C., R.R. Weil. 2000. Elements of the nature and properties of soil. 12th edition. New Jersey, USA: Prentice-Hall, Inc., 106pp.

Echavarría C.F.G., Medina G.G., Rumayor R.A.F., Serna P.A., Salinas G.H., Bustamante W.J.G. 2009. Diagnóstico de los recursos naturales para la planeación de la intervención tecnológica y el ordenamiento ecológico. INIFAP, CIRNOC, Campo Experimental Zacatecas. Libro Técnico No. 10. 174 p.

Harrison H.F., Thies J.A., Fery R.L., Smith J.P. 2006. Evaluation of cowpea genotypes for use as a cover crop. HortScience 41:1145-1148.

Herrick J.E., Whitford W.G., de Soyza A.G., Van Zee J.W., Havstad K.M., Seybold C.A., Walton M. 2001. Field soil aggregate stability kit for soil quality and rangeland health evaluations. CATENA 44: 27-35.

Herrick J.E., Jones T.L. 2002. A dynamic cone penetrometer for measuring soil penetration resistance. Soil Sci Soc Am J. 66: 1320-1324.

Herrick J.E., Van Zee J.M., Havstad K.M., Burkett L.M., Whitford W.G. 2005. Monitoring manual for grassland, shrubland and savanna ecosystems. Voume II: design, supplementary methods and interpretation. USDA-ARS Jornada Experimental Range, Las Cruces, NM., USA. 200p.

Kirkpatrick T L, Thomas A.C. 2007. Crop rotation for management of nematodes in cotton and soybean. University of Arkansas. Division of Agriculture. Cooperative Extension Service. Paper FSA7550. 6 p.

Michéli, E., Schad, P., Spaargaren, O. 2006. World reference base for soil resources 2006. A framework for international classification, correlation and communication. Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Soil Resources Report 103. Rome Italy, p. 128.

Nelson D.W., Sommers L.E. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. *In:* Page A.L., editor. Methods of soil analysis. Part 2, Chemical and microbiological properties. 2nd ed. Agronomy Monograph Series. Amer Soc Agron. Madison, Wis. USA: 539 – 579.

Reznicek E, Jost J., Janke R. 1998. Crop rotation. Kansas Rural Center. Sustainable Agriculture Management Guides. Whiting, Kansas. Paper MG2A.1, 7 p.

Rincón V.F., Echavarría C.F.G., Rumayor R.A.F., Mena C.J., Bravo L.A.G., Acosta D.E., Gallo D.J.L., Salinas G.H. 2004. Cadenas de sistemas agroalimentarios de chile seco, durazno y frijol en el estado de Zacatecas: una aplicación de la metodología ISNAR. SAGARPA-INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Zacatecas. Publicación Especial No.14. 157 p.

Statistical Analysis System. 2002-2003. SAS software version 9.1, SAS Institutwe, Cary, NC, USA.

Whisenant S.G. 1999. Repairing damaged wildlands: A process-orientated, landscape-scale approach. Cambridge, U.K: Cambridge University Press. 312.

RENDIMIENTO Y CALIDAD FORRAJERA DE MAÍZ Y SORGO BAJO DIFERENTES NIVELES DE RIEGO BASADOS EN LA EV_0

Santana Omar Iván[1], Núñez Hernández Gregorio[2], González Castañeda Fernando[1], Peña Ramos Alfonso[1], Ruíz Álvarez Osías[1]

[1]INIFAP-C.E. Pabellón, [2]INIFAP-C.E. Laguna
santana.omar@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Los forrajes constituyen un importante componente de las dietas del ganado lechero, entre un 40-60% de la ración lo forma la materia seca proveniente de éste ingrediente, por lo que elevar la calidad nutricional de éstos es primordial para disminuir los costos de la ración. Además de proveer la fibra necesaria para la salud del rumen, los forrajes comparativamente a la energía proveniente del grano son más económicos (González *et al*., 2006). La cuenca lechera de Aguascalientes demanda anualmente 393 mil toneladas de materia seca para abastecer las 69 mil vacas lecheras en producción, mientras que la oferta estatal es de 330 mil toneladas, por lo que elevar los rendimientos y calidad nutricional del forraje son factores determinantes para asegurar la alimentación del ganado.

Aunado al abasto de forraje, un factor crítico para la producción en Aguascalientes es la falta de agua. La cuenca lechera se localiza en la porción central del estado donde se ubica el acuífero interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación, que según el COTAS (2005) presenta un desbalance anual de 287 millones de metros cúbicos (Mm^3), mientras la extracción es de 590 Mm^3. Recientes estudios han descrito que la eficiencia del uso de agua de riego (EUAR) para los forrajes en Aguascalientes es de 3.28 Kg MS/m^3 (Núñez *et al*., 2012), mientras que otros estudios sugieren que las eficiencias de aplicación (Ea) a los cultivos forrajeros están por encima de la demanda hídrica del cultivo (Cruz-Chairez *et al*., 2012), por lo que determinar las LR óptimas basadas en la Evapotranspiración (ET_0) es una opción viable para reducir el consumo de agua y mantener la sustentabilidad del sistema hidrológico en Aguascalientes.

Un buen manejo de riego debe optimizar la producción de cultivos, minimizando las pérdidas de agua y elevando los rendimientos (Stone *et al*., 2001), la aplicación de riegos deficitarios según Oktem *et al* (2003) puede incrementar los rendimientos al restringir el agua aplicada al cultivo, por lo que éste responde con una mayor acumulación de materia seca, por otro lado Karam *et al* (2007) demuestra que la producción de un cultivo disminuye a medida que se reduce la lámina de riego. El maíz forrajero es el principal cultivo establecido en Aguascalientes, en 2012 se establecieron unas 16 mil hectáreas durante el ciclo PV, mientras que los sorgos tuvieron 1350 hectáreas y su utilización muestra una tendencia al aumento (SIAP, 2012).

El maíz forrajero tiene una EUAR de 1.5 Kg-MS/m^3, aunque se han descrito potenciales de hasta 4.8 kg-MS/m^3 (Santana *et al*., 2012), la popularidad de este cultivo estriba en que tiene un alto potencial de rendimiento para un solo ciclo de producción y tiene una alta ENL (1.4 MCal), puede ser ofrecido al ganado sin restricción y comparado a la ENL proveniente del grano es 50% más económica. Sin embargo, existe una controversia por el híbrido seleccionado y la calidad nutricional en función del ciclo (precoces y/o intermedios) ya que estudios han demostrado que la selección del material y la etapa de corte se relacionan con el rendimiento y la calidad forrajera (Peña *et al*., 2002). Recientemente los híbridos con el gen BMR-6 (Brown MidRib-6) se han descrito con mayor calidad nutricional al acumular menos lignina y tener mejor digestibilidad de la fibra (Tine *et al*., 2001), esto impacta directamente en el consumo de materia seca en el ganado y por consecuencia una mayor producción de leche.

El objetivo de este trabajo fue evaluar los materiales de maíz de ciclo precoz e intermedio, sorgo forrajero y BMR-6 bajo diferentes niveles de riego basado en la ET_0 para determinar la opción de mejor rendimiento y calidad nutricional que pudiera ser promovido en la cuenca lechera de Aguascalientes para garantizar la producción de forrajes y sustentabilidad del acuífero y aumentar el abasto de forraje.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo fue establecido en el Campo Experimental Pabellón, durante el ciclo primavera-verano; está ubicado a 1874 msnm en un clima templado semi-seco. El ensayo consistió en un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones y arreglo factorial 4x3, teniendo un total de 12 tratamientos. Fueron evaluados maíz de ciclo precoz e intermedio, sorgo forrajero y sorgo BMR-6; mientras que los niveles de riego fueron 100, 75 y 50% del requerimiento de evaporación libre (EV_0). La siembra se realizó en suelo húmedo en surcos a 0.76 m, la densidad fue de 81 mil pl/ha para maíz y 180 mil pl/ha para sorgos, todos los tratamientos recibieron la fertilización 240N-100P-00K.

Los riegos fueron aplicados al acumular una EV_0 de 100 mm, para lo cual se diseñó una base de datos con información climática proveniente de la red de estaciones del INIFAP (www.clima.inifap.gob.mx). El riego se aplicó con un sistema multicompuerta que fue aforado para cada tratamiento mediante el método de carga-gasto y volumen conocido hasta completar la lámina asignada. Durante el desarrollo del cultivo la precipitación fue restada a cada evento de riego para ajuste de la LR, sin embargo al termino de los riegos 3 y 4 se registró precipitación que altero la LR, tal como muestra la figura 1. Los datos de campo fueron tomados

como días a floración, altura de planta, calificación fenotípica y acame; no se presentaron plagas o enfermedades. La cosecha ocurrió a los 109 días para el maíz de ciclo precoz y sorgo forrajero, 100 para sorgo BMR-6 y 125 días para maíz intermedio.

A la cosecha fue estimado el rendimiento de forraje verde, y se tomo una muestra para secar en estufa de aire forzado a 60°C hasta peso constante para determinar materia seca total, la muestra fue molida para analizar calidad nutricional mediante la técnica del infrarrojo cercano (NIR) y obtener la digestibilidad in vitro (DIV), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), proteína cruda (PC), energía neta de lactancia (ENL) y digestibilidad de la FDN. Los datos fueron analizados mediante el paquete estadístico SAS 9.2 para cada material se realizo un ANOVA y para prueba de medias con una DMS al 0,05.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las láminas de riego (LR) aplicadas en este trabajo fueron menores a las reportadas en otros estudios en Aguascalientes (Núñez *et al*., 2012; Santana *et al*., 2012), en el cuadro 1 se detallan los riegos aplicados y la LR total para cada tratamiento. La anomalía corresponde al agua aplicada fuera del requerimiento, y esta se debió principalmente a la precipitación ocurrida después de los riegos 3 y 4 que altero la LR real calculada.

Cuadro 1. Relación de riegos aplicados y LR total.

Cultivo	% EV_0	Riego aplicado (mm)	Prec. (mm)	LR total (m^3/ha)	EV_0 Acum	% Anomalía
Maíz precoz	**100**	410	171	5810	537	8
	75	310	171	4810		11
	50	272	171	4443		15
Maíz Intermedio	**100**	410	193	6030	607	0
	75	310	193	5030		7
	50	272	193	4650		1
Sorgo forrajero	**100**	410	171	5810	537	8
	75	310	171	4810		11
	50	272	171	4443		12
Sorgo BMR-6	**100**	410	138	5480	508	8
	75	310	138	4480		13
	50	272	138	4100		15

% Anomalía: Desviación de agua aplicada a cada tratamiento conforme al índice EV_0.

La mayor LR fue para el maíz de ciclo intermedio y la menor para el sorgo BMR-6, estos corresponden a los materiales con mayor y menor días a la cosecha respectivamente, por otra parte las LR para maíz de ciclo precoz y el sorgo forrajero fueron iguales, dado que tuvieron los mismos días a la cosecha. Todas las LR fueron estadísticamente significativas (P<0,05).

El estudio realizado por Santana *et al* (2012), describe que las LR para el maíz forrajero en Aguascalientes es de 7,202 m^3/ha, y es mayor en cultivos establecidos con sistema de riego superficial, la EUAR reportada en este estudio es de 3.37 Kg MS/m^3, similares resultados obtuvo Núñez *et al* (2012) en Aguascalientes con LR en maíz forrajero de 3.28 kg MS/ m^3.

La aplicación de riegos deficitarios es una técnica para optimizar el uso de agua de riego, el estudio realizado por Oketm *et al* (2003) indico que el estrés hídrico al que es sometido al cultivo permite una mayor acumulación de materia seca, por otra parte Karam *et al* (2007) demostró que a medida que la disponibilidad de agua disminuye, se reducen los rendimientos.

El comportamiento productivo encontrado en nuestro estudio se detalla en el cuadro 2, como se puede observar los tratamientos con el 100% de la demanda de EV_0 tienen mejores rendimientos que los aquellos con menor aplicación de agua.

Cuadro 2. Rendimientos y características agronómicas de los cultivos forrajeros.

Cultivo	% EV_0	Altura de Planta	% MS	Rend MS (t/ha)	EUAR (kg MS/m^3)
Maíz precoz	**100**	225 a	35.8 a	23.1 a	3.64 a
	75	247 a	34.8 a	20.0 b	3.72 a
	50	202 b	34.2 a	17.9 bc	4.01 a
Maíz Intermedio	**100**	236 a	35.3 a	21.4 b	3.22 a
	75	243 a	35.7 a	22.8 a	4.06 a
	50	238 a	36.1 a	18.1 bc	3.90 a
Sorgo forrajero	**100**	241 a	31.1 a	21.4 a	3.38 b
	75	235 a	34.5 a	19.0 ab	3.55 ab
	50	243 a	34.1 a	17.8 b	4.09 a
Sorgo BMR-6	**100**	181 a	32.0 a	15.1 a	2.38 a
	75	185 a	32.8 a	15.3 a	2.86 a
	50	177 a	32.4 a	12.8 b	2.93 a

Valores con misma literal, no son significativos a 0.05

Los rendimientos obtenidos en el estudio muestras que hay diferencias significativas entre los tratamientos y especies evaluadas (P<0,05), se observa que el maíz de ciclo precoz obtuvo el mayor rendimiento de MS con 23.1 t/ha con el 100% del requerimiento hídrico, mientras que con el 50% fue diferente (P<0,05) dentro del grupo de maíces. En el caso de sorgo forrajero el

mayor rendimiento lo obtuvo el tratamiento con 100% de EV0, con 21.4 t/ha muy parecido al obtenido con el maíz de ciclo intermedio, este valor es significativo dentro del grupo de sorgo forrajero (P<0,05), los menores rendimientos fueron para el sorgo BMR-6, siendo estadísticamente significativo el tratamiento con el 75% de la EV0 al obtener 15.3 t/ha pero no diferente del tratamiento con 100% (P>0,05).

La altura de planta no hubo diferencia estadística entre grupos (P>0,05), lo cual sugiere que el potencial agronómico de los híbridos es expresado bajo condiciones de restricción de agua, similares hallazgos se encontraron para el contenido de materia seca, lo cual infiere que el corte se realizó en iguales condiciones para todos los materiales. Este resultado difiere del estudio realizado por Karam *et al* (2007) al describir que una restricción de agua puede repercutir en la producción de materia seca, lo cual no fue observado en nuestro caso, sin embargo la diferencia entre los rendimientos obedece al rendimiento obtenido en materia verde, lo cual implica que a mayor lamina de riego, mayor es el peso fresco de campo.

El indicador de EUAR en sorgo forrajero mostró diferencia estadística entre tratamientos dentro de cada grupo (P<0.05), al igual que los resultados obtenidos por Aishah *et al*., 2011, para maíces de ambos ciclo y sorgo BMR-6 los tratamientos de evaporación fueron similares estadísticamente (P>0.05). La mayor eficiencia en el uso del agua para ambos sorgos en estudio se obtuvo con el tratamiento de evaporación del 50%, donde se aplicó la menor lámina de riego (43 cm), registrando valores de 4.09 y 2.93 kgMS/m^3 para la variedad SS-506 y BMR-6 respectivamente. Estos resultados fueron similares a los reportados por Miller y Stroup 2004, pero inferiores a los encontrados por Aishah *et al*., 2011 en Malasia. Estudios reportados en Australia por Howell (2001) describen EUAR en maíces de 3.28 kg MS/m3, lo cual es cercano a los obtenidos en nuestro trabajo, a la vez coincide con los reportados por Santana *et al* (2012) para Aguascalientes.

Cuadro 3. Calidad nutricional de los maíces de ciclo precoz e intermedio

Ciclo	% EV_0	DIV (%MS)	DIV FDN (%FDN)	FDN (%MS)	PC (% MS)
Precoz	**100**	82 a	61 a	47 a	8.1 a
	75	80 a	60 a	48 a	8.4 a
	50	82 a	61 a	46 a	8.5 a
Intermedio	**100**	80 a	56 b	44 a	7.8 a
	75	80 a	54 b	42 a	8.2 a
	50	79 a	56 b	47 a	8.4 a

Valores con misma literal, no son significativos a 0.05

Los resultados de calidad nutricional para maíces indican que no hay diferencia estadística significativa (P>0,05) entre los tratamientos y ciclo de los híbridos evaluados, esto puede ser atribuido al contenido de materia seca al corte (cuadro 2), Collar y Silva (2010), describen que el contenido de materia seca en el corte es el factor más determinante en la calidad nutricional de un ensilado, encontrando una R^2=0.63 entre el contenido de MS y los componentes nutricionales. Las digestibilidades encontradas en maíz son similares a las reportadas por Núñez *et al* (2012) para el estado de Aguascalientes, lo cual indica que la lámina de riego aplicada al cultivo no tuvo repercusión en la calidad del forraje. La digestibilidad de la materia seca y de la FDN son los indicadores de mayor importancia para determinar la calidad de un forraje, éstos se ligan al consumo de materia seca en la vaca lechera, y de acuerdo a los estudios realizados por Oba y Allen (1999) por cada unidad de incremento en la DIV-FDN se obtiene hasta 1 kg de leche/vaca/día.

Cuadro 4. Calidad nutricional de los sorgos forrajero y BMR-6

Sorgo	% EV_0	DIV (%MS)	DIV FDN (%FDN)	FDN (%MS)	PC (% MS)
BMR-6	**100**	78.5 bc	59.5 a	52.5 b	10.6 ab
	75	79.2 ab	57.2 a	48.3 b	10.2 abc
	50	82.7 a	62.5 a	45.9 bc	10.7 a
Forrajero	**100**	73.5 d	60.2 a	66.7 a	7.4 cd
	75	74.5 d	61.5 a	66.7 a	5.9 d
	50	75.2 cd	62.5 a	65.8 a	7.85 bcd

Valores con misma literal, no son significativos a 0.05

Los resultados de calidad nutricional en los sorgos sugieren que es mejor el tipo BMR-6 en comparación al forrajero SS-506. Estos resultados coinciden con estudios previos realizados, donde queda manifiesto que el menor contenido de lignina que provee la nervadura café tiene fuerte influencia en la digestibilidad de la materia seca y por consecuencia en los demás indicadores de calidad (Tine *et al*., 2001).

CONCLUSIONES

Es posible obtener buenos rendimientos de forraje y con excelente calidad nutricional con láminas de riego basadas en la demanda atmosférica, siendo menores las encontradas en nuestro estudio a las reportadas en otros trabajos para la misma región.

La calidad nutricional de los maíces es superior a la de los sorgos, los rendimientos de forraje seco también indican que el maíz sigue siendo un forraje con alto producción, lo cual sugiere que en términos de competitividad y EUAR el maíz sigue siendo considerado el forraje más productivo en comparación a otros cultivos.

BIBLIOGRAFIA

Collar C., Silva N., 2010. Making Silage in custom operations, challenges and opportunities. UCA-Davis Extension.

Cruz-Chairez J.J., Sánchez D.J., Faz C.R., Núñez H.G. 2012. Manejo Integrado de Tecnologías para Mejorar el rendimiento, calidad y uso de agua en forrajes. Agrofaz 12(4) 113-124.

Karam F., Lahoud R., Masaad R., Kabalan R., Breidi J., Chalita C., Rouphael Y. 2007. Evapotranspiration, seed yield and water use efficiency of drip irrigated sunflower under full and deficit irrigation conditions. Agricultural Water Management. 9(19):213-223.

Howell T.A. 2001. Enhancing water use efficiency in irrigated agriculture. J.Agron. 93:281-289

Núñez H.G., Cruz-Chairez J.J., Santana O.I., Rodríguez H.K., Sánchez D.J., Ochoa M.E., Figueroa V.U., González C.F., González A.R., Reyez G.A., Faz C.R. Serrato M.H. 2012. Modelo de procesos para el diagnóstico del uso del agua de riego en la producción de forrajes en explotaciones lecheras del sistema intensivo en ambientes cálido y templado. Agrofaz 12(4)103-112.

Oba M., Allen. 1999. Effects of Brown Midrib 3 Mutation in corn silage on dry matter intake and productivity of high yielding dairy cows. J. Dairy Sci. 1:135-142

Oktem A, Simsek M, Oktem AG. 2003. Deficit irrigation effects on sweet corn (*Zea mays s*accharata Sturt) with drip irrigation system in a semi-arid region. I. Water-yield relationship. Agric. Water Manage.61: 63-74.

Peña R. A., Núñez H. G., y González C. F.2002. Potencial forrajero de poblaciones de maíz y relación entre atributos agronómicos con la calidad forrajera. Tec. Pec. Mex. 40(3): 215-228.

Santana OI., Núñez H.G., González C.F., Peña R.A. 2012. Eficiencia del Uso del Agua en la Producción de Maíz Forrajero en Aguascalientes. 13 Seminario UAA. Publicación de Memorias en Extenso. Aguascalientes, Ags.

Tine MA., McLeod KR., Erdman R.A., Baldwin R.L. 2001. Effects of Brown MidRib corn silage on the Energy balance in Dairy cattle. J. Dairy Sci. 84(4):885-895.

TRES DOSIS DE ESTIERCOL BOVINO SOLARIZADO Y DOS DENSIDADES DE SIEMBRA SOBRE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA FIBRA DE ALGODON

Navarro Morones Maribel [1] Dr. José Dimas López Martínez[2]. Dr Cirilo Vázquez Vázquez[2]. Dr. Héctor Idilio Trejo Escareño[2]. José Luis García

[1]Doctorado Institucional en Ciencias Agropecuarias y Forestales mabel_navarro 81@hotmail.com ,
[2]Facultad de Agricultura y Zotecnia-UJED

INTRODUCCION.

El sistema actual de producción de algodón se caracteriza por usar gran cantidad de insumos, agua, fertilizantes e insecticidas conllevando a la erosión de nuestros suelos agrícolas, por la aplicación excesiva de productos inorgánicos, es de gran importancia mundial por ser fuente generadora de divisas, demanda cantidades considerables de mano de obra, Además de la fibra se obtiene, semilla la cual se obtienen aceites comestibles y harinolina la cual se usa como alimento para el ganado. (Espinoza et al. 2009),

En el periodo 2009/2010 la producción de algodón se distribuyo de la siguiente manera: China fue el principal productor mundial en el mundo, con una participación de 32% le sigue la india con 23%; EE.UU., 12%., y Pakistán con 9%. La producción de México representa poco menos de 0.5% del total de la producción mundial. (SAGARPA 2010). La industria textil en México, para su producción demanda más de 1 000 000 Mg de fibra de algodón anualmente; sin embargo, solo 19% de fibra se produce en México y el resto se importa de otros lugares (Sánchez et al ., 2007).

La comarca lagunera localizada en la región desértica del norte centro de México es una cuenca lechera donde se generan gran cantidad de desechos orgánicos, como lo es el estiércol bovino con una producción de estiércol de $1x10^{-6}$ Mg $año^{-1}$ por año base seca (Figueroa et al., 2009). Estas excretas pueden ser utilizadas como una fuente de fertilizante orgánica y disminuir nuestros costos de producción de manera considerable en comparación a los productos inorgánicos. El objetivo del presente trabajo fue investigar el efecto del abono orgánico solarizado y densidades de siembra sobre el rendimiento y calidad de la fibra de algodón.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizo en el campo agrícola experimental de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED en el Ejido Venecia Durango., México (24° 22’ 12´´ y 26° 47´ 24´´ de latitud Norte y los meridianos 102° 15´ 36´´ y 104° 45´ 36´´ de longitud oeste de Greenwich y a una altitud de 1120 msnm. (PROGRESA, 1991)

Espacio de exploración Estudiados

Los factores de estudios que se evaluaron fueron dos densidades de siembra (120,000 plts ha^{-1} 240,000 plts ha^{-1} y tres tratamientos de estiércol, (40, 80, 120 t ha^{-1}) un testigo con fertilización química (120-60-00) y un control con cero aplicaciones.

Diseño Experimental.

Se utilizo un diseño de bloques al azar con arreglo en franjas y tres repeticiones.

Establecimiento y conducción del experimento

Aplicación de estiércol solarizado.

Se aplicó un mes antes de la siembra de acuerdo a las dosis señaladas para cada tratamiento.

Material Genético

Se trabajo con la variedad transgénica de algodón (gossipium hirsutum) DP 0935 BG/RR que es tolerante al herbicida faena y presenta toxicidad a algunos lepidópteros (gusano rosado y bellotero).

Preparación del Terreno

Se realizaron las siguientes actividades acorde al paquete tecnológico recomendado por el INIFAP para este cultivo. Se realizaran labores de barbecho a 30 cm de profundidad, rastreo antes de la aplicación de estiércol. Después se procedió a incorporar el estiércol, de acuerdo a la distribución de las dosis señaladas por los tratamientos.

Siembra

Se Hizo el 16 de Abril del 2011 y el 4 de abril para el 2012 en seco, de manera directa, con una distancia entre surcos de 20 cm. Para la población de 120 000 plantas ha^{-1} la distancia entre planta fue de 41.6 cm, para la población de 240 000 plantas ha^{-1} la distancia entre plantas fue de 20.8 cm.

Fertilización

Para el tratamiento de fertilización química se utilizó UREA Y MAP con uno dosis de 120-60-00.

Riegos

El riego fue aplicado a través del riego por goteo con cintilla, instalado previo a la fecha de siembra. Regando dos veces por semana en base a la evaporación de un tanque evaporímetro.

Variables evaluadas en la planta

Rendimiento de algodón en hueso, para analizar esta variable se consideraron 12 plantas por unidad experimental para la densidad de 120,000 plantas ha^{-1} y 24 plantas para la densidad de 240,000 plantas ha^{-1}

Resistencia, longitud, Finura y % Materia orgánica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento

Se encontró diferencia significativa para rendimiento de algodón en hueso para ambos ciclos en el ciclo 2011 se obtuvo un rendimiento de7795.7 Kg ha^{-1} para la dosis de 80 t ha^{-1} y 2012 fue de siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos este rendimiento es superior a la media regional que es de 6 t ha^{-1} y para el ciclo 2012 el más alto rendimiento fue de 7729.5 Kg ha^{-1} en la dosis de 40 t ha^{-1} (Cuadro 1).

No se encontró diferencia significativa entre densidades de siembra para ambos ciclos siendo el más alto de 7400.0 Kg ha^{-1} para la densidad de 120,000 y 7000.0 Kg ha^{-1} en el 2012. El efecto de las densidades de siembra no tuvo efecto para rendimiento para densidades de siembra.

Cuadro 1.- Rendimientos promedios de algodón en hueso ciclo 2011 y 2012.

Dosis de Estiércol (t ha^{-1})	Rendimiento Promedio (Kg ha^{-1}) 2011	2012
0	6834.5	ab
5110.0 b		
40	7095.1	ab
7729.5 a		
80	7795.7	a
7140.0 a		
120	6821.8	ab
7091.7 a		
F.Q (120-60-00 kg ha^{-1})	6518.3	b
6940.0 a		
Densidades		
120,000 p ha^{-1}	7400.0	a
7000.0 a		
240,000 p ha^{-1}	6700.0	a
6600.0 a		

Medias con la misma letra no son estadísticamente diferente (tukey ≤ 0.05).

Calidad de Fibra

En todos los tratamientos para el ciclo 2011 se produjo fibra de buena calidad ya que los valores de resistencia longitud y finura están dentro de los parámetros establecidos por la industria textil , los niveles de estiércol ni las densidades afectaron a la calidad de la fibra.

Sin embargo para el ciclo 2012 longitud resistencia y finura se mantuvieron dentro de los límites permisibles, estos resultados son parecidos con los de otros investigadores (Alikhasi et al., 2012). la finura se vio afectada por las dosis de estiércol estando por debajo de los límites requeridos esto puede deberse a factores ambientales tales como temperatura, humedad. (Cuadro 2).

Cuadro 2. Calidad de la fibra de algodón Dp 0935 BG/RR con dosis de estiércol y densidades de siembra 2011 y 2012

Niveles De estiercol (t ha^{-1})	**Longitud (pulg)**		**Resistencia (g/tex)**		**Finura (mic)**	
	2011	**2012**	**2011**	**2012**	**2011** **2012**	
B1= 0 t ha^{-1}	1.08 a	1.1a	28.5 a	28.4 a	4.4 3.1 a	a
B2= 40 t ha^{-1}	1.12 a	1.2 a	28.3 a	28.4 a	4.4 2.8 ab	a
B3= 80 t ha^{-1}	1.07 a	1.2 a	27.9 a	29.2 a	4.5 2.7 ab	a
B4=120 t ha $^{-1}$	1.1 a	1.1 a	27.9 a	27.6 a	4.4 2.8 ab	a
B5= Fertilización química (120-60-00)	1.0 a	1.2 a	28.4 a	28.4 a	4.4 2.6 b	a
Densidades						
120,000 Plantas ha^{-1}	1.08 a	1.1 a	28 a	27.9 a	4.4 2.8 a	a
240,000 plantas ha^{-1}	1.08 a	1.2 a	28.4 a	28.9 a	4.4 2.8 a	a

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. (tukey ≤ 0.05)

Materia Orgánica

Los porcentajes de materia orgánica obtenidos (Figura 2 y 3) reflejan un incremento en los tratamientos del 2012 donde los porcentajes mayores se obtuvieron la profundidad de 0-7.5 en el tratamiento de 120 ton ha^{-1} con 3.3% .Para la profundidad 7.5-15 cm con 2.7 en los tratamientos 120 y 40 ton ha^{-1}y de 15 a 30 cm con 2.1 en el tratamiento de 120 ton ha^{-1} estos resultados coinciden con lo mencionado por Figueroa (2003), ya que al haber un buen manejo de estiércol proporcionara un aumento en la materia orgánica.

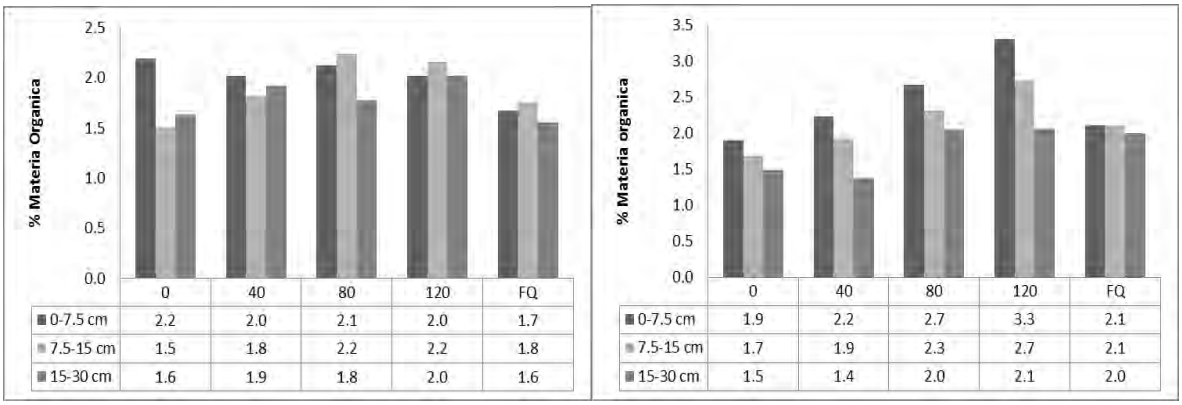


Figura 2 y 3. Materia Orgánica según dosis de estiércol izquierdo 2011 y 2012 derecho.

CONCLUSIONES

La utilización de diferentes niveles de estiércol afecto positivamente al rendimiento de algodón en hueso obteniendo rendimientos superiores a la media regional registrándose el más alto rendimiento en el tratamiento en 80t ha^{-1} con 7.8t ha-1 para el ciclo 2011. En el 2012 en el tratamiento 40 t ha-1 con 7.7 t ha-1 fue el que obtuvo mayor rendimiento, la interacción dosis de estiércol afecto positivamente al rendimiento de algodón en hueso.

El rendimiento no se vio afectado por las densidades de siembra por lo cual es conveniente utilizar la densidad de 120,000 plantas ha^{-1}

Los parámetros que determinan la calidad de la fibra (Longitud, resistencia, finura) no se vieron afectados por la interacción tratamientos de estiércol ni densidades para el 2011 y para el 2012 la se encontró diferencia significativa mas sin embargo no afecto la calidad de la fibra.

BIBLIOGRAFÍA

Alikhasi M. kouchakzadeli M, and Boniano, E. 2012. The Effect of Treated Municipal Wastewater Irrigation in Non-Agricultural soil on cotton plant. Journal of Agricultural Sciense and Technology. Vol 14; pp1357-1364.

Cantrell, RG (2006) Un enfoque de sustentabilidad. Conferencia de ingeniería de la selección de fibra (http:/www. Cottoninc.com/Sustainability/FocusosSustainability).

Comité Consultivo Internacional Del Algodón (ICA). 2006. Declaración de la 64th Reunión Planetaria. “Normalización de la Industria: la clave para el crecimiento del comercio”.

SAGARPA 2004. Sector Agropecuario. Un resumen económica. Un resumen económico anual de la Comarca Lagunera. El siglo de Torreón.

Sanchez E. M; S. Castruita M.A; P Rangel. A; J.A Orozco V; Y Coronado; P Ávila. V. 2007. Producción De Algodón en doble y triple hilera por riego por goteo sub superficial. Terra Latinoamericana. Vol. 25, Num. 2 , pp. 155-161.

Espinoza, A. J. J., Salinas, G. H., Orona, C. I., Palomo, R. M. 2009. Planeación de la investigación del INIFAP en la Comarca Lagunera en base a la situación de mercado de los principales productos agrícolas de la región. Revista mexicana de Agronegocios. 2009. P: 763.

Figueroa-Viramontes, U., G. Núñez-Hernández, J. A. Delgado, J. A. Cueto-Wong y J. P. Flores-Margez. 2009. Estimación de la producción de estiércol y de la excreción de nitrógeno, fósforo y potasio por bovino lechero en la Comarca Lagunera. pp. 128-151. In: I. Orona C., E. Salazar S., M. Fortis H. (eds.). Agricultura orgánica. FAZ-UJED. SMCS. Gómez Palacio, Durango, México.

INJERTACIÓN "EN VERDE" EN VID MEDIANTE DOS TIPOS DE INJERTO

[1]Manuel Antonio Galindo-Reyes, [2]Jesús Martín Fuantos-Mendoza y [3]Mario Ortiz-Luevano

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental Pabellón. [2]Universidad Autónoma de Aguascalientes. [3]Prestador de Servicios Profesionales.
*E-mail: galindo.manuel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En nuestro país se cultivan y se cosechan cerca de 30,000 hectáreas de vid (*Vitis vinifera* L.); el estado de Aguascalientes ocupa el cuarto lugar después de los estados de Sonora, Baja California y Zacatecas en cuanto a superficie cultivada con este frutal. En estos cuatro estados se cultiva poco más del 97% de la superficie total nacional de esta especie. En el estado de Aguascalientes se explotan 835 hectáreas y participan en el cultivo los once municipios que componen la entidad, aunque la mayor superficie ocupada con este frutal se concentra en los municipios de Cosío, El Llano y Rincón de Romos (SIAP, 2013).

En vid, los portainjertos se usan para aumentar el vigor, la longevidad, el rendimiento de las plantas y para inducir tolerancia o escape a daños por plagas y patógenos como los ocasionados por filoxera (*Dactylosphaera vitifoliae*) y nematodos de la agalla de las raíces (*Meloidogyne* sp.) (Hartmann y Kester, 1987). Otra ventaja de los portainjetos es la resistencia o tolerancia a pH alto y la sequía; en este sentido, Hidalgo (2002) señala que los portainjertos 41-B y *Vitis rupestris* tienen resistencia media o elevada a la sequía. Esta ventaja es importante ya que la viticultura en México se desarrolla en regiones áridas, semiáridas y mediterráneas con problemas de escasez de agua para riego. Al respecto, Valenzuela-Ruiz *et al*. (2005) lograron ahorrar por lo menos 30% de agua de riego en la variedad "Globo Rojo" injertada sobre los portainjertos Freedom y Harmony. Posteriormente, Valenzuela-Ruiz *et al*. (2006) obtuvieron un ahorro de por lo menos 35% de agua de riego en la variedad "Superior Seedless" injertada sobre los portainjertos Freedom y Harmony.

Comercialmente la multiplicación de la vid se hace por propagación asexual o vegetativa mediante las técnicas siguientes: enraizamiento de estacas (sarmientos) en reposo, enraizamiento de esquejes con hojas bajo invernadero con llovizna intermitente, mugrones y diversos tipos de injertos. Dentro de los tipos de injerto destaca el tipo omega, que por lo regular se utiliza como injerto de mesa ó banco en invierno y los tipos hendidura y de astilla o"chip" que se utilizan en campo a fines del invierno ó inicios de la primavera (Hidalgo, 2002).

En Aguascalientes y en Zacatecas, se utiliza el injerto de hendidura diametral que hace a fines del invierno con yemas en reposo. Sin embargo, aún existen varios problemas como poco dominio de la técnica, afectación por presencia de heladas tardías y acumulación excesiva de

savia originada por las heridas propias del injerto, lo que provoca ahogamiento y muerte del injerto. Ante esta situación las plantas se deben de injertar las plantas nuevamente, pero hay que esperar hasta un año, para que llegue el invierno. Ese tiempo perdido significa mantener al portainjerto y perder una cosecha, pero la injertación en verde puede ser una alternativa para solucionar este problema, ya que las plantas se pueden injertar en pleno crecimiento activo desde principios de primavera hasta principios del verano (Weaber, 1985). También, Walter *et al*. (1990) señalan que el injerto en letargo y en crecimiento activo (en verde) son dos técnicas muy efectivas para multiplicar la vid en condiciones de vivero.

Ante estas situaciones se propuso evaluar el prendimiento y el crecimiento del cultivar "Globo Rojo" injertado mediante los injertos de astilla (chip budding) y de púa de hendidura lateral en los portainjertos *Vitis rupestris* y 41-B en la etapa de crecimiento activo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento de injertación se realizó en condiciones de vivero en el Campo Experimental Pabellón, desde el mes de julio hasta mes de noviembre del año 2012.

Las plantas utilizadas en esta investigación tenían año y medio de edad, se ubicaban en macetas de polietileno negro, con una capacidad de cinco litros y llenas con suelo de textura franca. Estas plantas se fertilizaron con tres gramos por litro de triple 16 cada quince días desde abril hasta septiembre, el riego se aplicó cada que la planta lo requirió y se hizo de manera manual.

En este experimento se estudiaron los factores tipo de injerto y tipo de portainjerto, ambos con dos niveles. Los niveles del tipo de injerto fueron de astilla (chip budding) y de púa de hendidura lateral, y los niveles de tipo de portainjerto fueron *Vitis rupestris* y 41-B (Cuadro 1). Como variedad se usó Globo Rojo y el material se obtuvo de plantas sanas y productivas de un viñedo comercial.

El injerto de astilla se realizó haciendo una incisión lateral, se inserta la yema de la variedad con un poco de madera, después se decapita el tallo del patrón y finalmente se fija con plástico. El injerto de hendidura lateral se hizo de acuerdo con Fuantos *et al*. (2012), el cual consistió en hacer una incisión lateral, decapitar el tallo del portainjerto, después se inserta la púa de la variedad y finalmente se fija con plástico (Figura 1). Los injertos se hicieron cuando las plantas se encontraban el pleno crecimiento activo, por ello se utilizó la modalidad de injertación "en verde" (Walter *et al*., 1990; Ren y Lu, 2002). Esta actividad se desarrolló durante el mes de julio y la injertación se hizo durante dos días; es decir, se realizaron dos repeticiones por día.

Después del proceso de injertación y cuando se inició la brotación de las yemas se eliminaron las feminelas que emergían para favorecer la brotación de la yema principal.

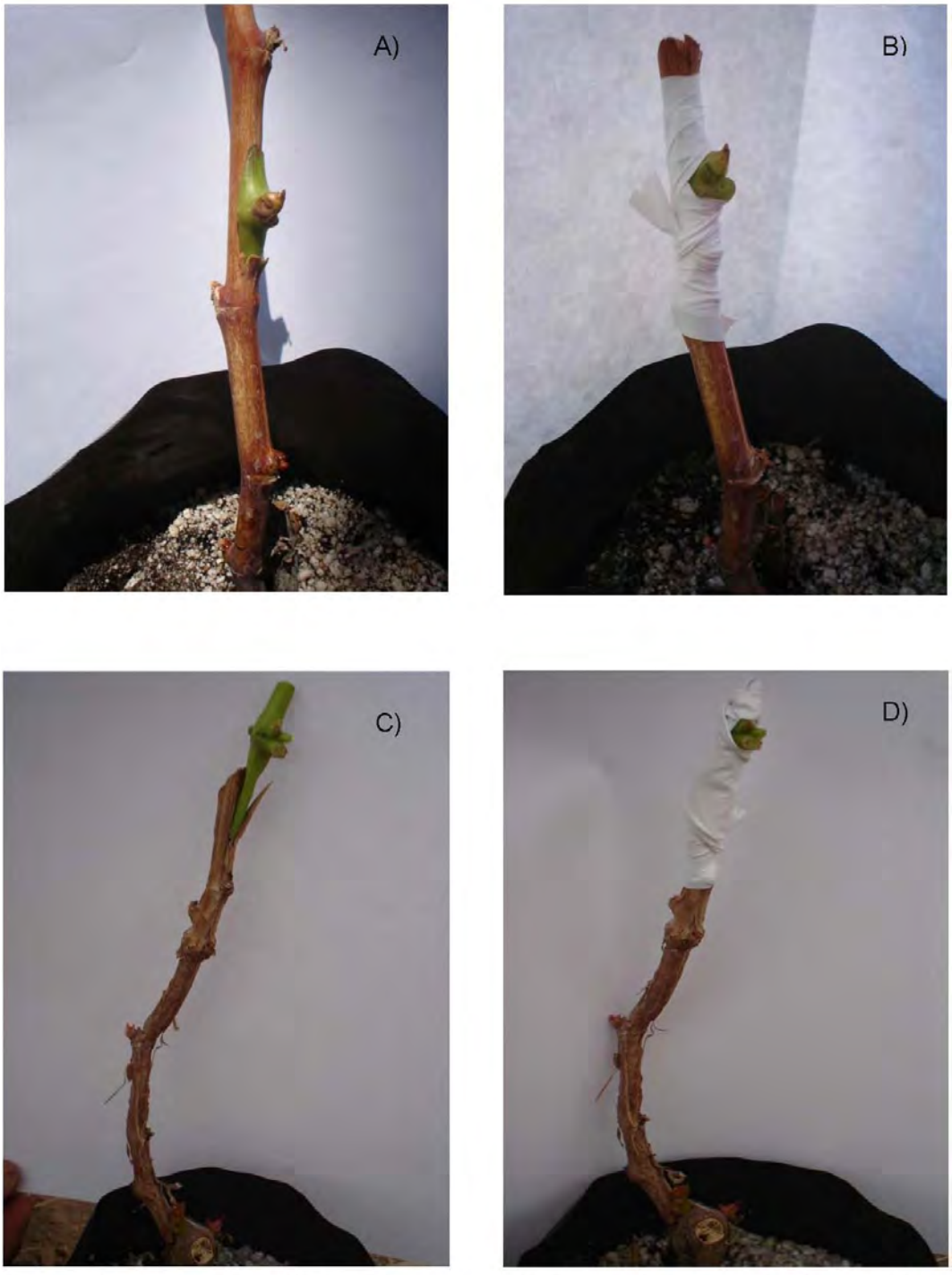


Figura 1. Injertación de astilla (A y B) y de hendidura lateral (C y D) en el cultivo de vid en la etapa de crecimiento activo (en verde).

Como variables de respuesta se estimó el porcentaje de prendimiento del injerto, mismo que se registró 60 días después de la injertación. También, se evaluó el diámetro del portainjerto y de la variedad, la longitud o la altura del brote y numero hojas por brote a los 120 días después de la injertación.

Los datos de prendimiento se expresaron en porcentaje y se transformaron con arcoseno antes de analizarlos. Todos los datos se analizaron mediante análisis de varianza, para ello se realizó un análisis combinado; es decir, se analizó como factorial, considerando el tipo de injerto un factor y el protainjerto como otro factor, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Los promedios de tratamientos de cada variable de respuesta se compararon mediante la diferencia mínima significativa (P≤ 0.05), con el paquete estadístico SAS (SAS Institute, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Únicamente el factor tipo de injerto afectó el prendimiento y el crecimiento de la planta de vid variedad “Globo Rojo”, ya que el factor tipo de portainjerto no modificó ninguna variable de respuesta. Por otro lado, la interacción entre los factores de estudio sólo presentó efecto significativo ($P \leq 0.05$) en la variable diámetro del portainjerto (Cuadro 1).

Efecto de tipo de injerto

El injerto de astilla presentó 13.55% más prendimiento y diámetro del portainjerto en comparación con el injerto de hendidura lateral (Cuadro 1). Los resultados indican que es factible injertar mediante el injerto de astilla en el cultivo de vid. No obstante, después de 120 días de la injertación no hubo diferencia en el crecimiento vegetativo entre los dos tipos de injerto evaluados.

Cuadro 1. Evaluación de la variedad de vid "Globo Rojo" injertada en crecimiento activo (en verde) en dos tipos de injertos y sobre dos portainjertos.

Factor	Prendimiento†	Diámetro del portainjerto	Diámetro del injerto	Longitud de injerto	Número de hojas
	(%)	(mm)		(cm)	
Injerto (I)					
Astilla	90.90 a	11.50 a	3.19 a	15.61 a	8.38 a
Hendidura				15.63 a	7.27 a
lateral	77.35 b	9.13 b	3.40 a		
DMS	9.70	2.18	1.05	6.84	1.96
Portainjerto (P)					
V. rupestris	82.55 a	10.38 a	2.88 a	12.66 a	6.88 a
41-B	85.70 a	10.43 a	3.53 a	17.40 a	8.46 a
DMS	11.12	2.24	1.08	7.04	2.02
Significancia					
I	0.04	0.01	0.94	0.97	0.55
P	0.90	0.92	0.27	0.13	0.22
I*P	0.07	0.02	0.99	0.51	0.49

†Letras distintas en cada columna indican diferencias significativas (DMS, P≤0.05).

Efecto de portainjerto

El tipo de portainjerto no modificó el prendimiento ni el crecimiento de la planta de vid variedad "Globo Rojo", ya que no se encontraron diferencias significativas en ninguna variable respuesta. Los dos tipos de portainjerto mostraron porcentaje de prendimiento y crecimiento similar, al presentar vigor similar (Cuadro 1). No obstante, en la literatura se menciona que estos dos portainjertos contrasan en vigor; es decir, el portainjerto *Vitis rupestris* presenta mayor crecimiento que el portainjerto 41-B (Hidalgo, 2002).

CONCLUSIONES

- Únicamente hubo interacción significativa entre el tipo de injerto y el tipo de portainjerto en vid para consumo en fresco "Globo Rojo".

- El injerto de astilla presentó mayor porcentaje de prendimiento, aunque no hubo diferencia en el crecimiento entre los dos tipos de injerto.
- Los portainjertos *Vitis rupestris* y 41-B indujeron el mismo prendimiento y crecimiento de la variedad "Globo Rojo".

BIBLIOGRAFÍA

Fuantos, M. J. M., M. A. Galindo R., José Fuantos B. y M. Ortiz L. 2012. Injertación "en verde" en tres portainjertos de vid. XXIV Semana Internacional de Agronomia FAZ-UJED. Venecia, Durango. p 1362-1366.

Hartmann, H. T. y D. E. Kester. 1987. Propagación de plantas. Compañía Editorial Continental, México.

Hidalgo, L. 2002. Tratado de viticultura general. Tercera edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 1,235 pp.

Howell, G. S. 1987. Vitis rootstocks. *In*: Rootstocks for fruit crops. 452-472 pp. R.C. Rom and R. F. Carlson (eds). John Wiley & Sons. New York, USA.

Ren Z. and J. Lu. 2002. Muscadine rootstock increased the resistance of Florida hybrid bunc grape cv. "Blanc Du Bois" to Pierce's and anthracnose diseases. Proc. Fla. State Hort. So. 115:108-110.

SAS. 2002. SAS software version 9.0. SAS Institute, Cary, NC, USA.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2013. Cierre de la producción agrícola por estado: uva. SAGARPA (Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). *In*: www.siap.gob.mx. Consultado en línea el 15 de julio de 2013.

Valenzuela-Ruiz, M. J., F. R. Robles-Contreras, R. L. Grijalva-Contreras and R. Macias-Duarte. 2005. Effect of Harmony and Freedom rootstocks on yield and quality of "Red Globe' table grapes. HortScience 40:1069.

Valenzuela-Ruiz, M. J., F. R. Robles-Contreras, R. Macias-Duarte and R. L. Grijalva-Contreras. 2006. Productivity of "Superior Seedless" grafted on rootstocks Harmony and Freedom for table grape. HortScience 41:1068-1069.

Walter, B.,P. Bass, R. Legin, C. Martin, R. Vernoy, A. Collas and G. Vesselle. 1990. The use of green-grafting technique for the detection of virus-like diseases of the grapevine. Phytopathology 128:137-145.

Weaber, R. J. 1985. Cultivo de la Uva. Compañía Editorial Continental, México.

ANÁLISIS DE CRECIMIENTO DE ALGODÓN BAJO CONDICIONES DE ESTRÉS HÍDRICO

[1]Palmira Bueno Hurtado, [1]Ignacio Sánchez Cohen, [1]Gerardo Esquivel Arriaga, [1]Marco A. Inzunza Ibarra

[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: bueno.palmira@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El cultivo del algodón es el más importante del mundo en cuanto a planta textil de fibra suave se refiere, y su siembra es de las más antiguas (Palomo-Gil *et al*., 2004); su desarrollo y rendimiento dependen de varios factores como ambientales, manejo, características genotípicas, fenotípicas, etcétera (Orozco-Vidal *et al*., 2011). Para realizar una aproximación cuantitativa y entender el crecimiento y desarrollo de una planta o de una población de plantas es muy usado el análisis de crecimiento (Clavijo, 1989), a dicho análisis se recurre ampliamente para el estudio de los factores que influencian el desarrollo de la planta, a través del seguimiento de la acumulación de materia seca durante el tiempo. El análisis de crecimiento ha sido practicado de dos maneras distintas, la primera denominada análisis clásico, contempla medidas hechas a intervalos relativamente largos de tiempo usando un gran número de plantas; la segunda denominada análisis funcional, comprende medidas a intervalos de tiempo más frecuentes con un pequeño número de plantas y usa el método de regresión (Castellanos *et al*., 2010). El objetivo del presente trabajo fue realizar el análisis funcional de crecimiento del cultivo de algodón bajo distintos regímenes de humedad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el municipio de Gómez Palacio, Durango, entre las coordenadas 25° 31’ 57” LN y 103° 25’ 57” LO, a una altitud sobre el nivel del mar de 1139 metros. El clima es de tipo desértico, con escasa humedad atmosférica, precipitación anual de 250 milímetros anuales y temperatura media de 22 °C (García 1970). La textura del suelo es franco-arcillosa.

El cultivo de algodón se estableció el 2 de julio del año 2013 a una densidad de población aproximada de 130,000 plantas ha^{-1}, la variedad utilizada fue transgénica FM1740B2RF.

El diseño experimental fue bloques completos al azar con 4 repeticiones, los tratamientos evaluados fueron 7, que consistieron en someter al cultivo a diferentes contenidos de humedad en dos etapas del crecimiento, la primera, de siembra a floración y la segunda de floración a madurez fisiológica; los contenidos de humedad aprovechable consumida (HAC) fueron a 4

niveles 40%, 60%, 80% y 100%, estos fueron iguales para ambas etapas. Después de hacer la elección de los tratamientos por medio del diseño de tratamientos "San Cristóbal" se determinaron los siguientes: trat. 1 = 40-40, trat. 2 = 40-80, trat. 3 = 60-60, trat. 4 = 60-100, trat. 5 = 80-40, trat. 6 = 80-80 y trat. 7 = 100-60; en el entendido de que el primer valor es la HAC en la primera etapa y el segundo valor, la HAC correspondiente a la segunda.

Se obtuvieron varios indicadores del crecimiento, los cuales se describen en el texto siguiente (Aguilar-García *et al*., 2005):

La tasa relativa de crecimiento se calculó según la ecuación 1.

$$TRC = \frac{LNW_2 - LNW_1}{T_2 - T_1} \quad (1)$$

Donde *TRC* es la tasa relativa de crecimiento en g día^{-1}; *LN* es logaritmo natural; $W_{1,\ 2}$ son los pesos en g al inicio y al final del intervalo; T_2 *y* T_1 son los días al inicio y al final del intervalo.

La tasa de asimilación neta se obtuvo de acuerdo a la ecuación 2.

$$TAN = \frac{(w_2 - w_1)\ln Af_2 - \ln Af_1}{(T_2 - T_1)(AF_2 - AF_1)} \quad (2)$$

Dónde *TAN* es la tasa de asimilación neta en gramos cm^{-2} día^{-1}; *ln* es logaritmo natural; $Af_{1,\ 2}$ es el área foliar al inicio y final del intervalo de tiempo; $w_{1,\ 2}$ es el peso seco al inicio y final del intervalo de tiempo.

Se calculó el Índice de área foliar de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$IAF = AFT/S \quad (3)$$

Dónde *IAF* es el Índices de área foliar (adimensional); *AFT* es el área foliar total y *S* es el área de suelo que ocupa la planta.

En cuanto a la relación de área foliar, fue calculada de acuerdo a la fórmula 4.

$$RAF = AF/PS \quad (4)$$

Dónde *RAF* es la relación de área foliar en $cm^2\ g^{-1}$; *AF* es el área foliar en cm^2 y *PS* es el peso seco de la materia seca en *g*.

La tasa de crecimiento de cultivo se calculó de acuerdo a la ecuación 5.

$$TCC = \frac{1}{As} * \frac{W_2 - W_1}{T_2 - T_1} \quad (5)$$

Donde *TCC* es la tasa de crecimiento de cultivo en *g* cm^{-2} *día*$^{-1}$; As es el área de suelo ocupada por la planta en cm^2; $W_{1,\ 2}$ son los pesos en *g* al inicio y al final del intervalo; T_2 y T_1 son los días al inicio y al final del intervalo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La máxima relación del área foliar se dio en el día 37 del ciclo del cultivo, es decir que de la cantidad total de materia seca concentrada en la planta de algodón, la mayor medida se localizó en las hojas. Así mismo, la relación de área foliar fue máxima en el tratamiento 1, cuando la humedad aprovechable consumida del suelo se encontraba al 40% en las dos etapas del estudio (Figura 1).

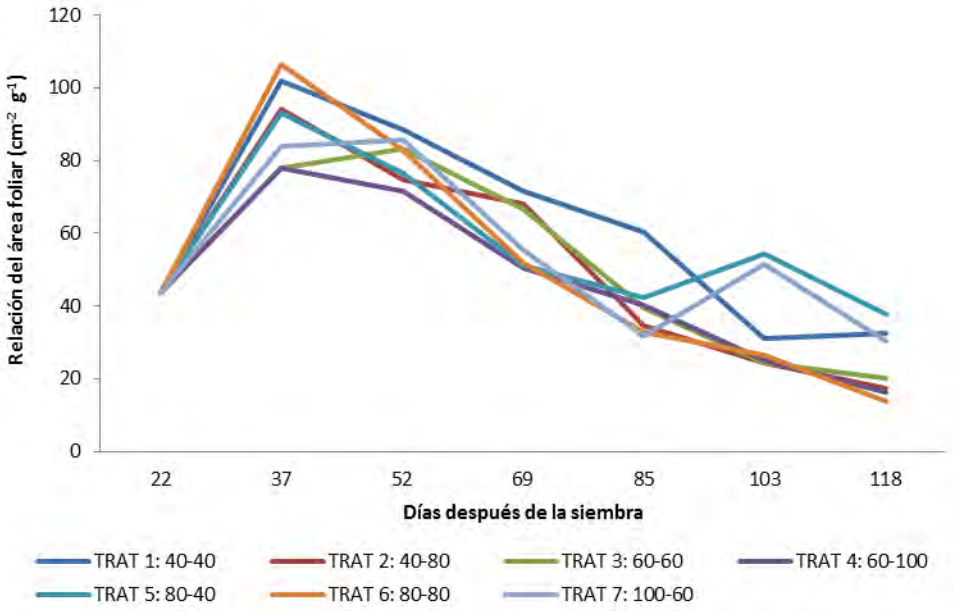


Figura 1. Relación del área foliar del cultivo de algodón.

En cuanto al índice de área foliar, el mayor se presentó en el tratamiento 3, es decir, cuando el consumo de la humedad aprovechable del suelo fue del 60% en ambas etapas de estudio (Figura 2).

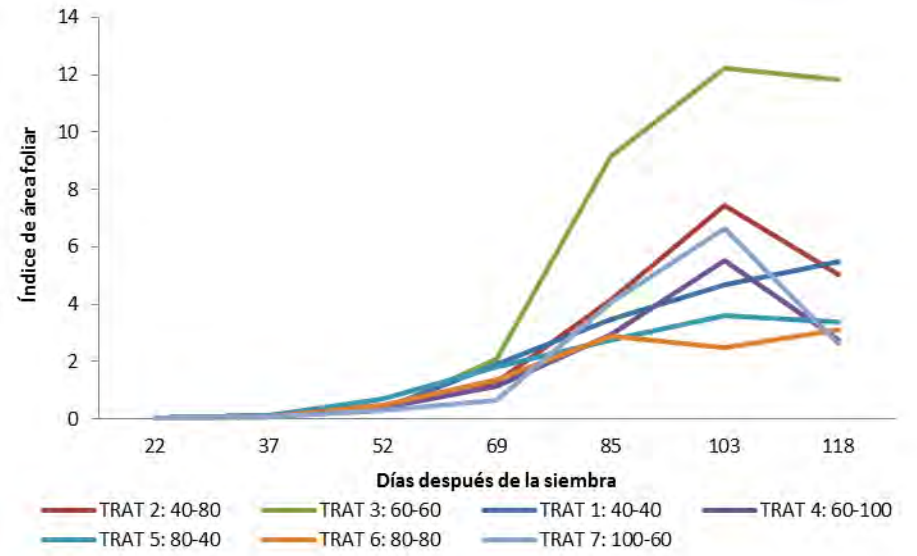


Figura 2. Índice de área foliar del cultivo de algodón.

La tasa de asimilación neta se muestra en a Figura 3, donde podemos observar que hacia el día 69, la mayoría de tratamientos presentan el contenido de materia seca más alto en relación al área foliar por día. En general, la tasa de asimilación neta puede verse como sobresaliente en el tratamiento 4, cuando el consumo de humedad aprovechable fue en la etapa de emergencia a floración del 60% y en la de floración a madurez fisiológica del 100%.

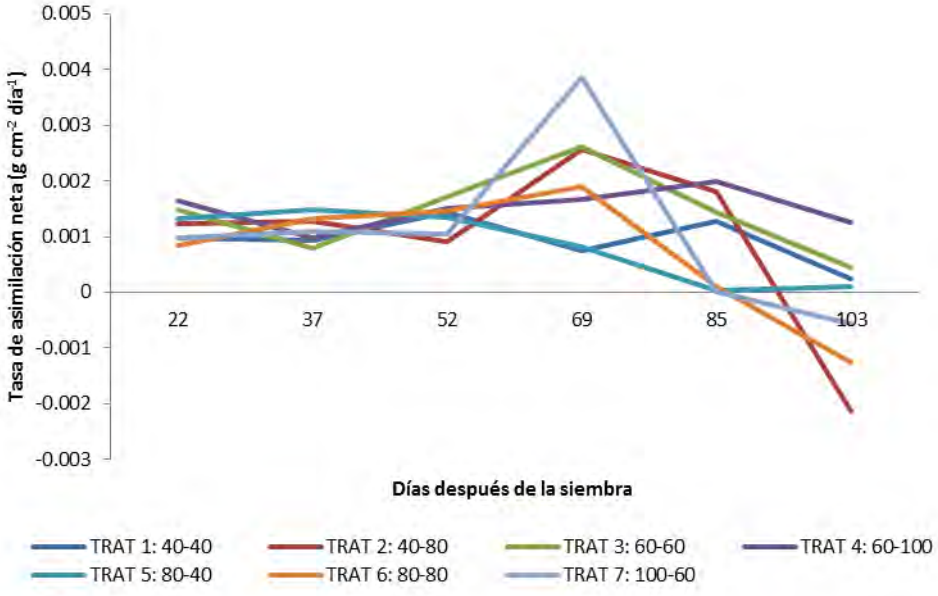


Figura 3. Tasa de asimilación neta del cultivo de algodón.

Referente a la tasa relativa de crecimiento, el aumento de materia seca va del orden de 0.06 a 0.14 g diario entre los días 22 y 69 del ciclo del cultivo, al terminar este periodo se observa una

caída general. A lo largo de todas las observaciones de crecimiento realizadas, no resalta ninguno de los tratamientos (Figura 4).

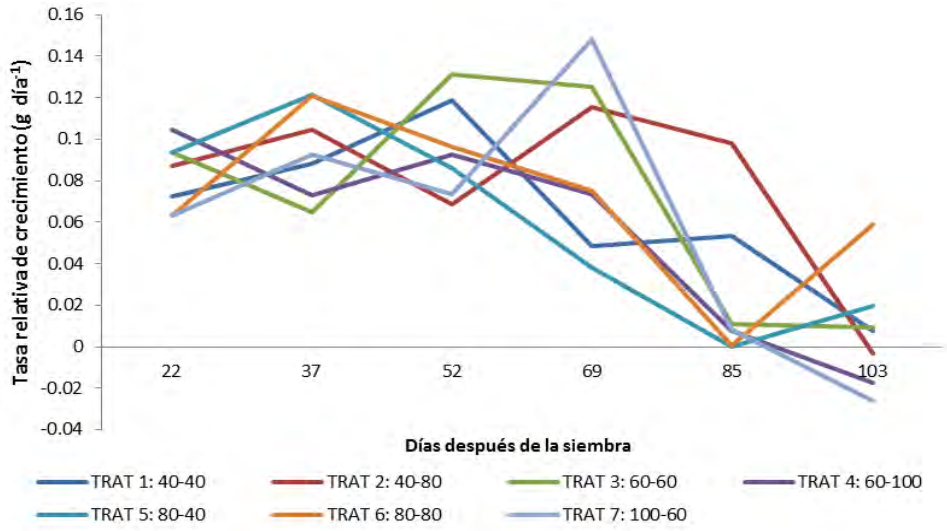


Figura 4. Tasa relativa de crecimiento del cultivo de algodón.

La tasa de crecimiento de cultivo, es decir, el aumento diario de peso seco total en relación a la porción de suelo ocupada se presentó de manera similar en todos los tratamientos aplicados, pues hacia el día 69 el algodón dispara su peso seco y hacia el día 103 disminuye. El tratamiento con el mayor crecimiento de materia seca fue cuando el riego se aplicó al 60% de humedad aprovechable consumida en las dos etapas de estudio (Figura 5).

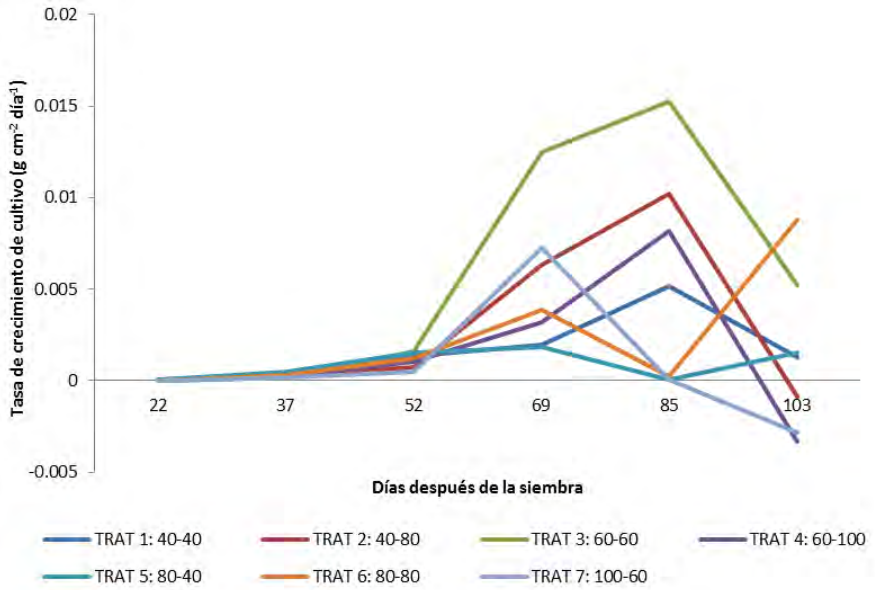


Figura 5. Tasa de crecimiento de cultivo.

CONCLUSIONES

Se realizó el análisis de crecimiento del cultivo de algodón bajo condiciones restrictivas de humedad y de acuerdo a los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

El área foliar aumenta en relación al peso seco de la planta en mayor medida cuando se aplica el riego en el momento en que se ha consumido el 40% de humedad aprovechable del suelo en las etapas de emergencia a floración y de floración a madurez fisiológica.

El área foliar en relación a la porción del suelo ocupado es mayor al aplicar el riego cuando se ha consumido el 60% de humedad aprovechable del suelo en las etapas de emergencia a floración y de floración a madurez fisiológica.

El incremento en el peso seco de la planta de algodón con relación al área foliar aumenta en mayor medida cuando el riego se aplica al 60% de humedad aprovechable consumida en el suelo en la etapa de emergencia a floración y al 100% en la etapa de floración a madurez fisiológica.

El peso seco total de la planta de algodón se incrementa en relación al área ocupada en mayor medida cuando el riego se aplica en el momento en que el suelo se encuentra con el 60% de humedad aprovechable consumida en el periodo de emergencia a floración y de floración a madurez fisiológica.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar-García, L., Escalante-Estrada J. A., Fucikovsky-Zak L., Tijerina-Chávez L. y Mark Engleman E. 2005. Área foliar, tasa de asimilación neta, rendimiento y densidad de población en girasol. Terra Latinoamericana, Vol. 23, Núm. 3, julio-septiembre. pp. 303-310 Universidad Autónoma Chapingo, México.

Castellanos, M. S., Segura, M.A y Ñústez, C.E.L. 2010. Análisis de crecimiento y relación fuente-demanda de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el municipio de Zipaquirá (Cundinamarca, Colombia).

Clavijo, J. 1989. Análisis de crecimiento en malezas. Revista Comalfi: 15: 12-16.

García, E. 1970. Modificaciones al sistema de clasificación climáticade Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía de la UNAM. México, D. F.

Orozco-Vidal, J.A. Yescas-Coronado, P., Segura-Castruita, M.A., Valdez-Cepeda, R., Martínez-Rubín de Celis, E., Montemayor-Trejo, J.A., Fortis-Hernández, M., Preciado-Rangel, P. 2011. Análisis de crecimiento de tres variedades de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) en una región árida de México.

Palomo-Gil, A., Gaytán-Mascorro, A., Faz-Contreras, R., Reta-Sánchez, D., Gutiérrez-del Río, E. 2004. Rendimiento y calidad de fibra de algodón en respuesta al número de riegos y dosis de nitrógeno. Universidad Autónoma Chapingo Terra latinoamericana, vol. 22, Núm. 3, pp. 299-3.5. México.

FERTILIZACION FOLIAR: EFECTO EN LA MADURACION Y CALIDAD DE MELON EN LA COMARCA LAGUNERA

[1]Damián Aguilera Tapia, [1]Adrián Fabela Zacarías, [1]Carlos Andrés Flores Márquez, [1]Leticia Alfaro Hernández, [1]Jesús Olague Ramírez, [2]Pablo Gómez López.

[1]Profesor-Investigador del Instituto Tecnológico de Torreón.
[1]Email: daguileratapia@hotmail.com
[2]Alumno Tesista.

INTRODUCCION

La fertilización constituye uno de los pilares fundamentales de la producción agrícola. Hoy no se concibe la explotación agrícola sin una adecuada fertilización que permita obtener del suelo toda la capacidad productiva dentro de las limitaciones que imponen las condiciones climatológicas en cada caso. El objetivo de la agricultura es el de proporcionar alimentos a la población, para ello debe procurar que los rendimientos que se obtengan sean elevados. El problema surge cuando se enfrenta a hechos como el empobrecimiento del suelo por determinadas prácticas de cultivo, mayores densidades de siembra, mejora de variedades, contaminación del suelo y agua por exceso de fertilizantes, etc. De los factores que regulan el desarrollo y rendimiento de las plantas es quizás, la nutrición de las mismas, el más importante. La escasez de elementos esenciales , tradicionalmente se ha resuelto con la adición de sales minerales al suelo. Hasta hace unos años esto era suficiente, pero en la actualidad se ha hecho necesario buscar nuevos productos y desarrollar otras técnicas de aplicación a fin de mejorar la productividad. Una de las técnicas más difundidas y que ha alcanzado gran auge en muchos países en la nutrición de los cultivos es la "*Fertilización Foliar*" . Las raíces y tallos de las plantas terrestres son órganos funcionalmente separados, aunque dependientes. El tallo recibe los nutrientes a partir de la raíz y por contra, los metabolitos son traslocados a la raíz, vía tallo. Estas crecen inmersas en un medio capaz de proporcionarles todos los factores de crecimiento; agua, dióxido de carbono, luz difusa, y todas las partes del vegetal son capaces de realizar las dos funciones básicas: absorción de nutrientes y fotosíntesis. No se trata de un método reciente, puesto que ya en 1676, Mariotte abordó el problema de la absorción de agua por las hojas y en 1844, Gris utilizó sulfato de hierro en aplicación foliar para corregir síntomas de clorosis; pero no fue hasta 1877 que otro investigador, Böhm, demostró que sales minerales de calcio podían ser absorbidas por las hojas y ser utilizadas posteriormente en el metabolismo. La aplicación de nutrientes en melón es una herramienta de manejo utilizada para suministrar nutrientes que el suelo es incapaz de proporcionarle a la planta (Nerson et al., 1985), o bien, aún estando presentes en el suelo, no pueden ser asimilados por bloqueo o antagonismo entre

cationes como el Ca, Mg y K (Lester et al., 2005). Algunos compuestos pueden incrementar el área foliar y con ello propiciar mayor capacidad de síntesis (Akanbi et al., 2007); otros como el ácido salicílico pueden tener un efecto favorable, después de una condición estresante (Shi et al., 2006); la aspersión de fosfatos 0.1 M, puede funcionar como nutricional y fungicida (Reuveni y Reuveni, 1998). En otros cultivos como el maíz, la aplicación de P, K y B vía follaje puede incrementar el crecimiento (Thavaprakaash et al., 2006), o corregir deficiencias micronutrimentales en arroz, causadas por antagonismos nutricionales en el suelo (Savithri et al., 1998); la aspersión foliar de compuestos hormonales como ciertos aminoles, en pimiento incrementan la productividad y el crecimiento radicular (Van Pelt y Popham, 2007), y en uva de mesa, estimulan el crecimiento de brotes, el área foliar y la tasa fotosintética (Watanabe et al., 2006). Sin embargo, en melón fertirrigado las aplicaciones de diferentes compuestos nutricionales, minerales, orgánicos, hormonales y activadores del metabolismo, tanto de aplicación foliar como al suelo, no se han documentado y se carece de información actualizada del efecto de estos productos en el desempeño agronómico del cultivo, en la calidad y rendimiento de fruto, en el contenido nutricional foliar o en savia y la mayor densidad radical o de follaje. Los objetivos fueron: Determinar contenido y extracción de nitrógeno en la planta de melón en tres diferentes etapas fenológicas importantes con adiciones de azufre. Evaluar el efecto de la fertilización foliar sobre la maduración y calidad del fruto de melón.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se llevó a cabo en el 2013 en el Ejido La Flor de Mayo, Municipio de Matamoros, Coahuila. Los suelos de la Región Lagunera de acuerdo al Sistema Americano se sitúan dentro de los Aridosoles y del grupo Sierozem, estos 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 niveles estudiados para el fertilizante foliar fueron: tratamiento 1, 2 kg de 20-30 -10 más 1 lt de Stimplex, tratamiento 2, 3 kg de 20-30-10 más 1 lt de Stimplex, tratamiento 3, 2 litros de Bayfolan forte más 1 lt de stimplex ,tratamiento 4, 3 litros de Bayfolan forte más 1 lt de Stimplex, tratamiento 5 es el testigo, el material estudiado fue el híbrido Cruiser de alto potencial productivo, con acolchado. Se empleó el método de análisis secuencial desde el inicio de crecimiento a maduración de fruto para determinar su estado nutrimental y poder establecer, los momentos en que se debe hacer aplicaciones de nutrimentos, en el ciclo de desarrollo del cultivo. De acuerdo a los factores y niveles de estudio, se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones El trasplante fue a los 40 días de edad de la planta, en

camas de 4.80 m de ancho y a 30 cm entre plantas. El tamaño de la unidad experimental fue de 4.5 m^2 considerando un largo de 5 m y un ancho de .90 m. Se instaló plástico de ancho de 1.20 m y de color negro. La fertilización fue con base a la demanda nutrimental fraccionada en cuatro fechas, a través del riego utilizando como fuente de Nitrógeno (urea ácida), fósforo (ácido fosfórico) y para potasio (KTS) o sulfato de potasio, se aplicó la dosis de fertilización 200-100-200 kg ha^{-1}. Se realizaron los muestreos de suelo, agua y foliares en diferentes etapas fenológicas. Se tomaron datos de fenología del cultivo, rendimiento y calidad, sólidos solubles (grados Brix), análisis de suelos y agua y análisis de tejido foliar. Se utilizó el paquete estadístico SAS para analizar todos los datos que se obtuvieron del experimento.

RESULTADOS Y DISCUSION

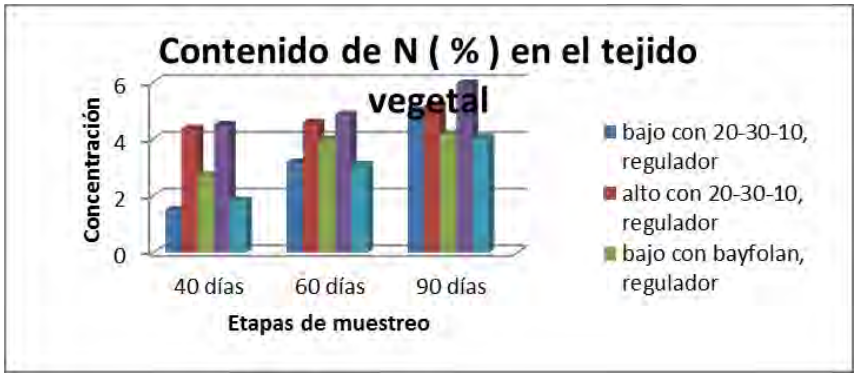
Diversas investigaciones han mostrado la importancia de los índices nutrimentales foliares para la óptima producción de fruto, sobre la influencia del tipo de suelo y de clima, el estado nutrimental del cultivo (Aguilera–Montañez *et al.,* 2005), el efecto de la condición de humedad del suelo sobre la disponibilidad de nutrientes y la condición nutrimental del cultivo, así como el balance nutrimental en el sistema suelo–planta–fruto (Tapia–Vargas *et al.,* 2007). Sin embargo, falta información que indique si las condiciones ambientales y el régimen de humedad del suelo afectan la composición nutrimental de las diferentes partes del fruto (p. ej. epidermis, pulpa y semilla), lo cual es necesario para manejar correctamente la nutrición de los cultivos y prevenir la incidencia de desórdenes fisiológicos en el fruto. La composición nutrimental de las partes del fruto fue influida por la época de floración. Los frutos originados por la floración temprana tuvieron mayores concentraciones de nutrimentos, comparada con las floraciones más tardías. En frutos originados por la floración tardía, se obtuvieron valores altos de B en la pulpa. El fósforo fue el único nutrimento cuya concentración en las partes del fruto no resultó afectada por la época de floración. Se muestra los valores promedios de la concentración de N, P, K, Ca y Mg en el pecíolo al momento de la cosecha. El N con 2,6% se encuentra muy por debajo de los niveles de suficiencia descritos por Gorski (1991) para este órgano de la planta. La extracción de nitrógeno por los diferentes órganos de las plantas varió desde 0,12 g $planta^{-1}$ en el pecíolo hasta 1,28 g $planta^{-1}$ en los frutos maduros. Así mismo, se detectaron notorias diferencias en la extracción para los diferentes órganos muestreados. En el Cuadro 1 se presentan los rendimientos obtenidos con los tratamientos de azufre. Donde el tratamiento 3 con 20 kg de azufre obtuvo 59 toneladas por hectárea sin diferencia estadística entre tratamientos.

Cuadro 1. Tratamientos de azufre evaluados en el experimento.

Tratamiento de azufre	Kg/ha	Rend ton ha^{-1}
1	0	51
2	10	55
3	20	59
4	30	50
5	40	50

Bajo=nivel bajo de fertilizante foliar Alto=nivel alto de fertilizante foliar

Figura 1. Contenido nutrimental de nitrógeno en tres fechas de desarrollo.



Bajo=nivel bajo de fertilizante foliar Alto=nivel alto de fertilizante foliar

Figura 2. Extracción de nitrógeno en diferentes órganos de la planta.

CONCLUSIONES

La composición nutrimental del fruto incide tanto en su calidad durante la cosecha como en postcosecha . Los nutrimentos analizados en este estudio desempeñan una función importante en el desarrollo y calidad del fruto, tanto en pre como en postcosecha. La época de floración también afectó la composición nutrimental del fruto y su época de maduración al cosechar 15 días antes de lo normal. Donde el tratamiento 3 con 20 kg de azufre obtuvo 59 toneladas por hectárea sin diferencia estadística entre tratamientos. Con 70 % de fruto de primera calidad.

BIBLIOGRAFIA

Akanbi, B. W.; Adebayo, T. A.; Togun, O. A.; Adeyeye, A. S. and Olaniran, O. A. 2007. The use of compost extract as foliar spray nutrient source and botanical insecticide in *Telfairia occidentalis*. World Journal of Agricultural Sciences. 3(5):642-652.

Bhardwaj, L. H. 2006. Muskmelon and sweet corn production with legume cover crops. Hort Sci. 41:1101-1366.

Castellanos, J. Z. 1997. Las curvas de acumulación nutrimental en los cultivos hortícolas y su importancia en los programas de fertirrigación. Memorias 2º Simposium

Flores, A. 2005. Kicking up nutrients in melóns and income in growers pockets consumers get a better tasting, sweeter melon, and one that can helpn boost their intake of beta-carotene and vitamin C. Agricultural Research.

Fonseca, J. M. 2005. Yield and postharvest quality of Cantaloupe melons as affected by calcium foliar applications. Vegetable Report, University of Arizona, College of Agriculture and Life Sciences.

García, G. L., García, L. G. y Aguirre, G. R. 1998. Diagnóstico nutrimental en chile serrano en suelo serie Coyote de la Comarca Lagunera. Memorias de XXIX Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Tapachula de Córdova y Ordoñez, Chiapas, México. p. 93.

INPOFOS. 2003. Absorción aproximada de nutrientes por las plantas (Parte 1). Potash Phosphate Institute. Georgia. pp. 15-17 [Links]

Jones, Jr., J. B. Wolf y H. Mills. 1991. Plant Analysis Handbook. Micro-Macro publishing. Athens, Georgia. pp. 213. [Links]

Lester, E. G.; Jifon, J. L. and Rogers, G. 2005. Supplemental foliar potassium applications during muskmelon fruit development can improve fruit quality, ascorbic acid, and beta-carotene contents. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 130:487-653.

Locascio, S. y C. Houchmuth. 2002. Watermelon production as influenced by lime, gypsum and potassium . Hort. Sci. 37 (2):322324 [Links]

Preciado, P., G. Baca, J. Tirado, J. Kohashi-Shibata, L. Tijerina y A. Martinez. 2002. Nitrógeno y potasio en la producción de plántulas de melón. Terra 20(3):267276. [Links]

Reuveni, R. and Reuveni, M. 1998. Foliar-fertilizer therapy a concept in integrated pest management. Crop Protection. 17(2):111-118.

SAS, Institute. 1994. The SAS system for Windows. Release 6.10. Cary, NC.

Tysdale S. L. y W. L. Nelson. 1998. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Primera edición en español UTEHA. Mexico. 760p. [Links]

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO EN RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTO EN SECO DE DOCE POBLACIONES AVANZADAS DE CHILE (Capsicum annuum L.) TIPO MIRASOL.

José Simón Carrillo Amaya, Carlos Crespo Ruíz, Juan de Dios Ruíz de la Rosa y José Luis Puente Manríquez

INTRODUCCION

La importancia económica del cultivo de chile de diversos tipos radica en que México ocupa el primer lugar mundial en producción con un volumen de producción de 1.99 millones de toneladas (FAO, 2009). Donde los estados que sobresalen con superficie en producción son Chihuahua, Sinaloa, Zacatecas y San Luis Potosí. En México el chile es considerado el segundo cultivo hortícola de mayor importancia económica después del tomate, debido a la superficie en producción y a su consumo per cápita la población, el cual es 0.42 a 0.57 kg de chile seco y 7.24 kg de chile fresco. INIFAP, 2005. Es importante indicar que la producción nacional en 2009 fue 1´986, 730 toneladas en una superficie de 140,424 hectáreas; el precio medio rural muestra cierta variación, con mayor valor para el chile pasilla con $ 57,456.00 y $ 46,090.00 para el chile mirasol por tonelada. Secretaria de Economía, 2006Los sistemas de producción en los municipios de Nazas y Rodeo, Durango, donde principalmente se produce este tipo de chile, se han detectado deficiencias en el manejo del cultivo donde destaca la falta de variedades mejoradas. Cabe indicar que el material genético que actualmente se utiliza en las plantaciones de chile, muestra una alta variabilidad genética lo cual provoca baja producción y calidad. Por ello se considera importante mejorar las poblaciones regionales por medio de selección poblacional enfocada a características de la planta como: alta capacidad de producción, alta calidad de fruto, porte medio de planta, uniformidad. Las variaciones en precocidad, conlleva a la obtención bajos rendimientos unitarios y baja calidad. En relación al carácter rendimiento del cultivo, se ha determinado la presencia de efectos aditivos y de dominancia, lo cual justifica la formación de materiales mejorados, como variedades de polinización libre, así como de híbridos. Hernández, 2003.

Objetivos

Cuantificar la capacidad de rendimiento de fruto seco y calidad de doce poblaciones avanzadas de chile mirasol en dos cosechas.

REVISIÓN DE LITERATURA

El género Capsicum, miembro de la familia de plantas solanáceas, fue así denominado en el siglo XVI por los herbarios europeos La palabra española “chile”, modificación de la “náhuatl chilli”, sigue siendo utilizada en México y América Central. (CODEX, 2008). La planta de chile se adapta a ambientes frescos, manteniendo excelente producción entre 900-1800 msnm. No es muy exigente de altas intensidad luminosa. Vallejo y Estrada, 2004. La planta se adapta a suelos desde arcillosos a arenosos; sin embrago, prospera mejor a suelos francos con buen drenaje. (Giaconi y Escaff, 1998). El cultivo requiere temperaturas diurnas de 20 a 25 GC y nocturnas de 16 a 18 GC, temperaturas de 10 detienen su crecimiento. La flor fecundada requiere de una temperatura óptima de 25º C con una mínima de 18º C y máxima de 35º C. temperaturas nocturnas de 12 grados produce mayor número de flores. Con temperatura superior de 35-40º C se observa aborto de flores. (Maroto, 2002). Una alta humedad puede ocasionar enfermedades fungosas en los tejidos de la planta, según lo encontrado por (Casseres, 1981 y Zapata 1992). El fotoperíodo puede afectar algunas variedades, No obstante, las exigencias fotoperiódicas varían de 12 a 15 horas. Con 55% de luminosidad se obtiene mayor número de frutos de tamaño grande, se reduce el estrés de agua y la quema de sol en frutos. (Casseres, 1981 y Zapata, 1992). Las plagas que afectan al cultivo son pulga saltona, pulgón, gusanos, mosquita blanca y minador de la hoja, éstas reflejan pérdidas en la producción y baja calidad de frutos. Macías y Valadez, 1999.

En chile mirasol y otros en el carácter de rendimiento, se ha detectado la presencia de efectos aditivos y de dominancia, por lo que se justifica tanto la formación de variedades de polinización libre como de híbridos (Hernández, 2003). El tamaño de fruto es buena opción para el mejoramiento del rendimiento de fruto, determinado por genes aditivos y es poco heredable. Hernández, 2003.Los métodos de mejoramiento más utilizados en chile son: selección masal (Contreras, 1979), la selección familial (Lujan y Rodríguez, 2000), el método de retrocruzas empleado para incorporar resistencia genética contra organismos dañinos como la marchitez (Cristianzo et al., 1992, Luján 1986), los métodos de retrocruzas y pedigrí utilizados por Owens, 1998. Carrillo, et al. 2006. Al estudiar doce poblaciones, obtuvieron que destacan por precocidad las poblaciones 31 y 28, con 83 y 69% de fruto maduro rojo y 12 y 21% de fruto fresco respectivamente, estas poblaciones obtuvieron rendimiento total de fruto, 18,258 y 17,281 kg/ha. En fitosanidad de frutos, las poblaciones seleccionadas mostraron 1 a 10% de pudrición de fruto, contra 23% del testigo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material genético utilizado en este estudio, fue recolectado de la región de Nazas, Durango, en 2005, después de dos ciclos de evaluación se seleccionaron las poblaciones con las cuales se trabajó en el presente estudio, material que se indica en seguida.

SEL-23, SEL-25, CB-3, SEL-11, CB-6, SEL-32, SEL-16, SEL-12, CB-4, SEL-36 SEL-24 y Poanas (t).

El diseño experimental fue bloques al azar y tres repeticiones; las unidades experimentales fueron de dos surcos de 9.0 m de longitud a 1.30 m entre surcos y la parcela útil fueron las dos hileras centrales. El trasplante se hizo el 30 de abril en bordos de 9.0 m de longitud por parcela, separados a 1.30 m, y distancia entre plantas de 0.50 m, con arreglo tresbolillo a doble hilera. La calendarización de riegos se realizó en intervalos de 10 a 14 días, aplicándose diez riegos de auxilio, con láminas de 8.0 a 10.0 cm. Para cubrir la nutrición del cultivo se fertilizó utilizando una dosis de 150 – 80 – 00, aplicándose todo el fósforo después del trasplante, en tanto que el nitrógeno se dividió en tres dosis, aplicándose 50 kg después del trasplante, 50 kg al inicio de formación de los primeros frutos y 50 kg después de la primera cosecha. Para mantener al cultivo libre del ataque de plagas se realizaron siete aplicaciones para combatir minador, mosca blanca, pulgones y paratriosa, utilizando diazinón, carvaril, metamidofós y cipermetrina; así mismo para prevención enfermedades se utilizó prozicar, manzate y captán, en dosis recomendadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados indican en rendimiento de fruto rojo total, que la población sobresaliente fue SEL-11 con 22,441 kg/ha, estadísticamente diferente a todos las poblaciones evaluadas; Poanas (t) rindió 15,950 kg/ha y la media general fue 16,104 kg/ha, con variación entre medias de 8,487 a 22,441 kg/ha. Los frutos se clasificaron en tres categorías (grande, mediano y chico). Para fruto grande la media general fue 6,494 kg/ha y variación de 2,366 a 14,023 kg/ha, donde sobresalió SEL-16 con 14,023 kh/ha, con alta calidad de fruto; también destacaron CB-6, SEL-24 y SEL-23, con 7,002 y 8,677 kg/ha, con alta calidad de fruto. En fruto mediano la media general fue 7,728 kg/ha, con variación de 2,613 a 12,320 kg/ha, donde sobresalió SEL-32, con 12,320 kg/ha, estadísticamente diferente al resto de genotipos, con buena respuesta en calidad están CB-3, SEL-11 y SEL-12, con 11,188, 10 724 y 10,437 kg/ha. Para fruto chico la media general fue 1,882 kg/ha y variación de 212 a 5,175 kg/ha, donde destacó en baja calidad de fruto SEL-11, con 5,175 kg/ha, así también SEL-12, SEL-25 y Poanas (t) con 2 351, 2,925 y

4,081 kg/ha, respectivamente. Con rendimiento bajo resultaron SEL 24, CB-6, SEL-16 y CB-4, lo que indica buena respuesta en calidad. Cuadro 1

En rendimiento de fruto rojo seco total, SEL-11, obtuvo 5,610 kg/ha, estadísticamente diferente a todos los materiales, en tanto que Poanas (t) rindió 3,329 kg/ha, la media general fue 3,804 kg/ha, observándose una variación de 1,845 a 5,610 kg/ha. Cuadro 2

Cuadro 1. Promedios de rendimiento en kilogramos por hectárea de la primera cosecha de fruto rojo fresco y su clasificación, de once poblaciones avanzadas de chile tipo mirasol, evaluadas en comparación con un testigo en la región lagunera. UAAAN – UL 2011

Población	Rend Fruto Total	Rend. Fruto Grande	Rend. Fruto Mediano	Rend. Fruto Chico
CB – 4	14,068 ab	5,001 b	8,394 abcd	673 d
CB – 3	19,281 ab	6,458 ab	11,188 ab	1,636 cd
SEL –11	22,441 a	6,542 ab	10,724 ab	5,175 a
SEL – 36	15,795 ab	5,305 b	8,595 abcd	1,895 bcd
SEL – 32	18,421 ab	4,689 b	12,320 a	1,411 cd
SEL – 12	19,217 ab	6,429 ab	10,437 abc	2,351 bcd
SEL – 16	16,900 ab	14,023 a	2,613 cd	264 d
Poanas (t)	15,950 ab	3,684 b	8,185 abcd	4,081 abc
SEL – 23	13,348 ab	7,002 ab	4,616 bcd	1,730 cd
CB – 6	16,532 ab	8,677 ab	7,623 abcd	232 d
SEL – 24	12,811 ab	7,750 ab	4,849 bcd	212 d
SEL – 25	8,487 b	2,366 b	3,196 cd	2,925 bc
Media	16,104	6,494	7,728	1,882
CV (%)	43	74	55	70

DMS. Tratamientos con misma letra son estadísticamente igual al 5% de probabilidad.

La clasificación de frutos, indica que para fruto grande la media general fue 1,483 kg/ha y una variación de 572 a 3,185 kg/ha, destacando SEL-16, con 3,185 kg/ha; así también CB-6, SEL-24 y SEL-23, obtuvieron buena respuesta, lo que indica que estas poblaciones producen fruto de alta calidad. En fruto mediano la media general fue 1,831 kg/ha, con variación de 508 a 3,344 kg/ha, donde destaca SEL-11, con 3,344 kg/ha, así también las poblaciones SEL-32, CB-3, SEL-36 y SEL-12, mostraron buena respuesta en rendimiento y por tanto en calidad. Para fruto chico la media fue 490 kg/ha y una variación de 34 a 1,138 kg/ha, donde destaca SEL-11, con el mayor rendimiento, así también Poanas (t); Cabe indicar quenes CB-6, SEL-24 y CB-4,

resultaron con bajos rendimientos, lo cual indica buena respuesta en producción de buena calidad. Cuadro 2

Los resultados de rendimiento de fruto rayado, indican que SEL-23 obtuvo 9,681 kg/ha y estadísticamente igual a siete poblaciones más de las evaluadas, el testigo rindió 7,637 kg/ha, con media general de 7,462 kg/ha, y variación de 4,740 a 9,681 kg/ha. Para fruto rayado grande, la media general fue 1,882 kg/ha y la variación de 537 a 3,698 kg/ha, aquí sobresalió CB-6, y destacan también las poblaciones SEL-16, SEL-24, SEL-36 y CB-3, cabe indicar que la producción de fruto grande indica una alta calidad del fruto

Cuadro 2. Promedios de Rendimiento en kilogramos por hectárea de la primera cosecha de fruto rojo seco y su clasificación, de once poblaciones avanzadas de chile tipo mirasol, evaluadas en comparación con un testigo en la región lagunera. UAAAN – UL 2011

Población	Rend Fruto Total	Rend Fruto Grande	Rend Fruto Mediano	Rend Fruto Chico
SEL –11	5,610 a	1,128 b	3,344 a	1,138 a
SEL – 36	4,103 ab	1,410 ab	2,303 abc	390 b
SEL – 32	4,492 ab	1,323 ab	2,769 ab	400 b
CB – 3	4,577 ab	1,498 ab	2,436 abc	643 ab
SEL – 12	4,446 ab	1,492 ab	2,375 abc	580 ab
SEL – 23	3,355 abc	1,675 ab	1,244 cde	436 b
CB – 4	3,308 abc	1,103 b	2,041 abcd	164 b
CB – 6	3,696 abc	2,026 ab	1,636 bcde	34 b
SEL – 16	4,088 abc	3,185 a	508 e	395 b
Poanas (t)	3,329 abc	713 b	1,502 bcde	1,114 a
SEL – 24	2,791 bc	1,667 ab	1,082 cde	42 b
SEL – 25	1,845 c	572 b	734 de	539 ab
Media	3,804	1,483	1,831	490
CV (%)	40	76	47	74

DMS. Tratamientos con misma letra son estadísticamente igual al 5% de probabilidad.

La clasificación de fruto mediano, indica media de 3,663 kg/ha, y la variación entre 2,072 y 5,210 kg/ha, con superioridad de CB-3, destacan también SEL-23, SEL-32, CB-4 y SEL-11, la calidad de la producción de estas poblaciones se determina que es buena. Para fruto chico la variación fue entre 219 y 4,059 kg/ha, y una media general de 1,917 kg/ha donde sobresale SEL-36 por su mayor rendimiento, destacan también SEL-23 y Poanas (t), cabe indicar la

obtención de rendimiento bajo para SEL-24, CB-6 y CB-3, lo cual indica una buena respuesta en calidad. Cuadro 3

En cuanto a rendimiento de fruto rayado seco total, SEL-23 obtuvo 2,369 kg/ha, y estadísticamente a seis poblaciones, Poanas (t) rindió 1,338 kg/ha, con una media general de1,827 kg/ha, y una variación de 1,218 a 2,369 kg/ha. Para fruto grande se encontró la media general fue 481 kg/ha y una variación de 162 a 800 kg/ha, con superioridad de CB-6, así también SEL-36 y Poanas (t), étas con buena calidad d fruto. La producción de fruto mediano obtuvo una media de 909 kg/ha y una variación de 502 a 1,277 kg/ha, donde CB-3, fue superior, junto con SEL-11, CB-4, SEL-32 y SEL-23, observándose buena calidad de fruto en estas poblaciones. Cuadro 4

Cuadro 3. Promedios de Rendimiento en kilogramos por hectárea de la primera cosecha de fruto rayado fresco y su clasificación, de once poblaciones avanzadas de chile tipo mirasol, evaluadas en comparación con un testigo en la región lagunera. UAAAN – UL 2011

Población	Rend. Fruto Total	Rend. Fruto Grande	Rend. Fruto Mediano	Rend. Fruto Chico
CB – 4	8,428 ab	1,944 abc	4,509 abc	1,975 bcd
CB – 3	8,139 ab	2,020 abc	5,210 a	909 de
SEL –11	7,468 abc	641 c	4,119 abcd	2,708 abc
SEL – 36	8,487 ab	2,436 abc	3,007 cd	4,059 a
SEL – 32	7,315 ab	1,017 c	4,657 ab	1,641 bcde
SEL – 12	6,077 bc	1,354 bc	3,520 bcde	1,203 cde
SEL – 16	7,370 abc	3,103 ab	3,442 bcde	825 de
Poanas	7,637 bc	1,622 bc	2,072 e	3,943 a
SEL – 23	9,681 a	1,684 abc	4,819 ab	3,178 ab
CB – 6	7,052 abc	3,698 a	2,835 de	519 de
SEL – 24	6,134 bc	2,518 abc	3,397 bcde	219 e
SEL – 25	4,740 c	547 c	2,371 e	1,822 bcde
Media	7,462	1,88	3,663	1,917
CV (%)	27	64	25	53

DMS. Tratamientos con misma letra son estadísticamente igual al 5% de probabilidad.

En fruto chico la media general fue 437 kg/ha, con variación de 51 a 841 kg/ha, donde destacó SEL-23 con 841 kg/ha, así también SEL-36 y Poanas (t), por tanto son

poblaciones con frutos de baja calidad. Se observó rendimiento bajo en SEL-24, CB-6 y CB-3, por lo que se determina que producen fruto de alta calidad. Cuadro 4

En rendimiento de fruto rojo total de segunda cosecha, la media general fue 18,678 kg/ha, donde destacan SEL-36, SEL-11, CB-6 y SEL-32, con rendimiento estimado hasta 27 tn/ha, y la variación entre 14,553 a 27,206 kg/ha. Para fruto grande la variación fue de 301 a 3,436 kg/ha, con media general de 1,200 kg/ha, donde resultó superior SEL-24, con 3,436 kg/ha, estadísticamente diferente a todos los genotipos. En fruto mediano la media general fue 4,731 kg/ha y una variación de 3,154 a 6,426 kg/ha, con superioridad de SEL-24, con 6,426 kg/ha, así también las poblaciones CB-6 y CB-3, esta respuesta indica una calidad de mediana a alta En fruto chico la media general fue 12,747 kg/ha y una variación de 6,872 a 21,165 kg/ha, SEL-36 destaca con 21,165 kg/ha y estadísticamente igual a nueve genotipos, aquí rindieron poco SEL-24 y CB-3, por tanto producen buena calidad de frutos. Cuadro 5

Los resultados en cuanto a rendimiento de fruto rojo seco total, indican como sobresaliente a SEL-36 con 7,872 kg/ha, estadísticamente igual al 5 % de probabilidada seis poblaciones, en tanto que Poanas (t) alcanzó 4,608 kg/ha, la media general fue 5,056 kg/ha, en tanto que la variación fue de 3,914 a 7,872 kg/ha. Para fruto grande la media general fue 288 kg/ha y una variación de 109 a 579 kg/ha, aquí sobresale SEL-16, sin embargo la calidad es baja. En fruto mediano la media general fue 1,131 kg/ha, con variación de 624 a 1,882 kg/ha, donde sobresale CB-6, así también SEL-24 Y SEL-16, con una calidad mediana de fruto. Para fruto chico la media general fue 3,637 kg/ha y una variación de 2,374 a 6,534 kg/ha, donde destaca SEL-36 con 6,534 kg/ha y estadísticamente igual a seis genotipos, en general las calidad fue baja. Cuadro 6

Cuadro 4. Promedios de Rendimiento en kilogramos por hectárea de la primera cosecha de fruto rayado seco y su clasificación, de once poblaciones avanzadas de chile tipo mirasol, evaluadas en comparación con un testigo en la región lagunera. UAAAN – UL 2011

Población	Rend Fruto Total	Rend Fruto Grande	Rend Fruto Mediano	Rend. Fruto Chico
SEL –11	1,949 abc	444 abc	1,205 a	635 ab
SEL – 36	2,185 ab	769 a	815 b	800 a
SEL – 32	1,880 abcd	290 bc	1,180 a	410 abc
CB – 3	1,860 abcd	421 abc	1,277 a	162 c
SEL – 12	1,418 cd	307 bc	810 b	301 bc
SEL – 23	2,369 a	359 abc	1,169 a	841 a
CB – 4	2,074 abc	410 abc	1,185 a	479 abc
CB – 6	1,547 abcd	800 a	662 b	85 c
SEL – 16	1,474 bcd	564 abc	739 b	171 c
Poanas	1,338 bcd	707 ab	502 b	836 a
SEL – 24	1,363 bcd	538 abc	774 b	51 c
SEL – 25	1,218 d	162 c	584 b	472 abc
Media	1,827	481	909	437
CV (%)	32	56	22	61

DMS. Tratamientos con misma letra son estadísticamente igual al 5% de probabilidad

Cuadro 5. Promedios de Rendimiento en kilogramos por hectárea de la segunda cosecha de fruto rojo fresco y su clasificación, de once poblaciones avanzadas de chile tipo mirasol, evaluadas en comparación con un testigo en la región lagunera. UAAAN – UL 2011

Variedad	Rend. Fruto Rojo Total	Rend. Fruto Rojo Grande	Rend. Fruto Rojo Mediano	Rend. Fruto Rojo Chico
SEL – 36	27,206	1,477 bc	4,564	21,165 a
CB – 6	21,601	636 bc	6,328	14,636 ab
SEL –11	22,139	1,450 bc	3,770	16,919 ab
SEL – 32	19,788	519 bc	4,417	14,852 ab
Poanas.	18,030	711 bc	3,918	13,401 ab
SEL – 25	16,681	527 bc	3,559	12,595 ab
SEL – 12	15,559	1,518 bc	4,872	9,169 ab
SEL – 16	18,893	1,713 b	5,534	11,647 ab
SEL – 23	18,053	1,042 bc	3,154	13,857 ab
CB – 4	14,553	301 c	4,313	9,939 ab
SEL – 24	16,734	3,436 a	6,426	6,872 b
CB – 3	14,893	1,067 bc	5,918	7,908 b
Media	18,678	1,200	4,731	12,747
CV (%)	43	64	65	56

DMS. Tratamientos con misma letra son estadísticamente igual al 5% de probabilidad

Cuadro 6. Promedios de Rendimiento de la segunda cosecha de fruto rojo seco y su clasificación, de once poblaciones avanzadas de chile tipo mirasol, evaluadas en comparación con un testigo en la región lagunera. UAAAN – UL 2011

Variedad	Rend. Fruto Total	Rend. Fruto Grande	Rend. Fruto Mediano	Rend. Fruto Chico
SEL – 36	7,872 a	307 abc	1,031	6,534 a
CB – 6	6,266 ab	215 bc	1,882	4,169 ab
SEL – 32	5,496 ab	116 c	903	4,477 ab
SEL – 25	5,056 ab	174 c	851	4,031 ab
SEL –11	4,632 ab	185 bc	826	3,621 ab
CB – 3	4,411 ab	431 abc	1,236	2,744 b
SEL – 16	4,651 ab	579 a	1,431	2,641 b
SEL – 12	3,914 b	355 abc	1,185	2,374 b
SEL – 23	4,475 b	179 c	624	3,672 ab
CB – 4	4,165 b	109 c	1,123	2,933 b
SEL – 24	5,128 b	506 ab	1,675	2,947 b
Poanas(t)	4,608 b	298 abc	807	3,503 ab
Media	5,056	288	1,131	3,637
CV (%)	43	66	71	50

DMS. Tratamientos con misma letra son estadísticamente igual al 5% de probabilidad.

CONCLUSIONES

Rendimiento seco total de la segunda cosecha, los genotipos evaluados con los más altos valores en rojo y rayado fueron, en rojo la población SEL-36 con un nivel de producción total de 7,872 kg/ha y en rayado la población CB-6 con una producción de 2,147 kg/ha, cabe mencionar que el rendimiento total y al clasificar el fruto se observa que la mayor proporción fue para fruto chico en la segunda cosecha, por esta razón concluyo que es debido a cuestiones climáticas como bajas temperaturas y heladas que se presentaron durante el desarrollo del fruto para la segundad cosecha.

BIBLIOGRAFÍA

Carrillo A.J., A. Vega P. y F. Chávez G. 2007. Memorias de Día Demostrativo de Chile en Nazas, Durango. INIFAP

Casseres, E. 1981. Producción de Hortalizas. 3ª Ed. IICA, San José Costa Rica. Pp. 107-117

Contreras G. J. 1979. Papaloapan y jarocho, dos nuevos cultivares de chile jalapeño. Folleto Técnico No. 1. Campo Experimental de Cotaxtla, Ver. INIA-SARH. Pag 12. 63

Cristianzo G, Zema V, Errico A, and Saccardo F. 1992. Introduction of resistance genes to Phitophtoracapsici into cultivar of capsicum annum "Frariello". VIII thEscarpia Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant, Rome Italy, 7-12, pag 189-193

Giaconi M. V. y Escaff G. M. 1998. Cultivo de Hortalizas. Pp.244 Ed Universitaria. Santigo de Chile.

Hernández, M. A. 2003. Estimación de heredabilidad de algunos caracteres agronómicos y fisiotecnicos en chile chilaca (Capsicumannuum L.) Tesis Profesional. FCAyF. UACH.

Lujan, F.M. 1986. Incorporación de resistencia genética a chile jalapeño para control de Phytophtoracapsici León, herencia de la resistencia del hospedante y de la patogenicidad del parasito. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Centro de Fitopatología. Montecillos, Mex.

Lujan, F.M. y R. Rodríguez M. 2000. Tríptico 1 y 2 para el Nte de México. Folleto Técnico. 64

Maroto, B. J. V. 2002. Horticultura herbácea especial. 5ta edición. Madrid, Barcelona. pp. 456-465.

Macías VLM y Valadez MCC. 1999. Guía para cultivar chile en Aguascalientes. Foll No. 23. INIFAP

Owens K. 1998. Breegingcomercial pepper varietis for market and processing. 37437. HWY State. 16. (Inedito) Seminis Vegetables Seeds. Woodland California. CA95695. USA. 8p.

Vallejo C. F. A. y Estrada S. E. I. 2004 Producción de Hortalizas de Clima Cálido. Pp.115. Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira.

Zapata, N. M. 1992. El Pimiento para Pimentón, Madrid, España.

PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA UVA EN LA VARIEDAD CABERNET SAUVIGNON (*Vitis vinifera* L.) BAJO TRES DENSIDADES

[1]Eduardo Madero Tamargo, [2]Rodolfo Faz Contreras, [1]Angel Lagarda Murrieta, [3]Mauricio Sánchez Trinidad.

[1]Maestro Investigador y [3]Tesista de la UAAAN-UL *e-mail; edmad2002@yahoo.com.mx* *[2]INIFAP Campo Experimental de la Laguna, Matamoros, Coah.*

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la vid está ligado principalmente a la producción de vino, a nivel mundial, destinando el 70% de su superficie a este fin (García y Mudarra). La producción de uva en México está dirigida a la mesa, a la pasa, a la vinificación, a la producción de jugo concentrado y a la destilación, siendo la producción de uva para vino la actividad de mas expansión.

Cabernet- sauvignon es una de las variedades de *V. vinifera* L. con las que se obtienen vinos de mesa de alta calidad, es vigorosa, con producción de uva del orden de 12 a 15 ton/ha. Por lo que la densidad de plantación, tanto la distancia entre surcos, como la distancia entre plantas influye directamente, ya que de esto dependerá la cantidad de luz aprovechada por el área foliar, la producción, calidad y vida productiva del viñedo.

Por lo anterior en el presente trabajo se plantea el objetivo de evaluar la producción de la variedad Cabernet-sauvignon (*Vitis vinífera* L.) bajo diferentes densidades, bajo la hipótesis de que la densidad de población influye sobre la producción y calidad de la uva.

ANTECEDENTES

El cultivo de la vid, es uno de los frutales más cultivados en el mundo después de la naranja. Una pequeña porción se consume en fresco, y la mayor parte es enviado a las industrias (Anónimo, 2006).

En Santa María de las Parras, Coahuila México se realizaron las primeras plantaciones en el siglo XVII (Anónimo, 1996). La producción de uvas en México, en el año de 1994, fue de 504,000 toneladas, el 17. 5 % fue uvas de mesa, el 21. 8 % a uva de pasa y el 60.74% se destino a las industrias como destilados y vinos de mesa (Anónimo, 1996). En Parras, Coah. se considera una de las zonas vitivinícolas más antiguas de México y de toda América, iniciando sus actividades en el año de 1597. Teniendo entre sus cultivares Cabernet - Sauvignon (Anónimo, 1996). Con esta variedad se producen los famosos vinos de la región de Gironde, Francia y en localidades apropiadas de California y prácticamente en todos los países del mundo en donde se produce vino, esta uva produce un vino con un sabor varietal pronunciado,

acidez elevada y buen color. Es una de las mejores variedades para elaboración de vino tinto (Weaver, 1976).

Winkler (1970) menciona que hay diferentes factores que influyen en el espaciamiento, como son temperatura, fertilidad del suelo, abastecimiento de humedad, variedad,portainjerto, medios para cultivo y otros factores relativos. Madero, J., menciona que la plantación del viñedo, la cual debe ser a una distancia no mayor de 2.00 m y no menor a 1.50 m entre plantas y a 3.00 m entre hileras (1666 a 2222 plantas/ha), la longitud de las hileras será entre 100 a 130 m como máximo. Las densidades bajas pueden actuar de manera inadecuada en condiciones climáticas inapropiadas, sobre la calidad de la cosecha (Martínez, 1991).

A la hora de elegir la densidad de plantas se debe considerar que las densidades bajas potencian plantas con gran vigor individual, pero no colonizan la totalidad del terreno con sus raíces, disminuyendo, por tanto, el rendimiento por hectárea y aumentando la producción de uva por planta. Si por el contrario, las densidades son altas, se pueden dar fenómenos de sombreamiento y de competencia entre plantas disminuyendo por tanto el vigor individual y como consecuencia aumentar la producción individual, esta disminución se ve compensada con el mayor número de cepas por hectárea, incrementándose de ésta forma la producción global (Champagnol, Jiménez).

MATERIALES Y MÉTODOS

El viñedo utilizado para el presente trabajo está establecido en Agrícola San Lorenzo en Parras, Coahuila, México, se evaluó la variedad Cabernet- sauvignon, con tres densidades de plantación: 2,222 (3.00 x 1.50), 3,333 (3.00 x 1.00) y 4,000 plantas/ha (2.50 x 1.00), en el ciclo 2011. Se utilizó un diseño experimental bloques al azar con 3 tratamientos y 5 repeticiones (cada repetición fue una planta).

Las variables evaluadas se agruparon en dos categorías, de acuerdo a características de producción y calidad. Las variables de producción fueron: Número de racimo por planta, se contaron todos los racimos existentes en cada planta, peso promedio de racimos (grs), se obtuvo de dividir el peso total de la uva cosechada, entre el número de racimos por planta, producción de uvas por planta (kg) al momento de la cosecha en cada planta se pesó la uva obtenida, producción de uva por unidad de superficie (ton/ha), se obtuvo multiplicando los kilogramos de cada planta por el número de plantas por hectárea y número de bayas por racimo, se obtuvo contando las bayas que conformaban cada racimo.

Las variables de calidad evaluadas fueron: Volumen de la baya (cc), en una probeta de 500 se colocó 100 ml de agua, y se dejaron caer 10 uvas tomadas al azar de cada tratamiento, se

obtuvo el volumen de estás leyendo el desplazamiento que haya tenido el líquido; Acumulación de Sólidos Solubles (°Brix), se tomaron 10 uvas al azar de cada tratamiento, estás se colocaron dentro de una bolsa de plástico, donde se maceraron muy bien y se tomó una muestra para con un refractómetro de mano con escala de 0 – 32°Brix determinar su acumulación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de uva.

El análisis de varianza indicó diferencia significativa entre las medias de las variables número de racimos por planta y rendimiento por hectárea, para las variables peso de uva por planta y peso de racimo las medias fueron iguales estadísticamente entre sí. Cuadro 1.

Los datos indican que respecto al número de racimos por planta obtenido en las densidades, 3,333 y 4,000 plantas por hectárea se registró el mayor número de racimos por planta, siendo en ambos casos la distancia entre plantas de 1.00 m, en cambio en la densidad de 2,222 pl/ha., la distancia entre plantas es de 1.50m. En cuanto a al rendimiento de fruta por hectárea, los datos indican que la mejor producción se logró con las densidades de 3,333 y 4,000 plantas por hectárea, en la densidad de 4,000 plantas por hectárea si bien estadísticamente es igual al de 3,333 es considerablemente más bajo y es estadísticamente igual a la densidad de 2,222 pl/ha. Con lo anterior se puede concluir que la mejor densidad de acuerdo a los datos de este trabajo es de 3,333 plantas por hectárea.

CUADRO 1 COMPONENTES DE PRODUCCION DE LA VARIEDAD CABERNET-SAUVIGNON BAJO TRES DENSIDADES DE PLANTACION.

Densidad Plantas/ha	N° de racimos por planta	Peso de uva por planta (kg)	Peso de racimos (grs)	Rendimiento (Ton/Ha)
2,222	34.0 b	2.70 a	75.2 a	5.98 b
3,333	52.2 a	4.68 a	87.2 a	15.60 a
4,000	39.6 ab	2.86 a	69.8 a	11.48 ab

Calidad de la uva.

Con los resultados obtenidos en el análisis de la variable, numero de bayas por racimo y volumen de las 10 bayas, se encontró que no existe diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro 2), en donde las densidades de 2,222, 3,333 y 4,000 plantas/ha, se comportaron estadísticamente iguales entre sí. Siendo la densidad de 3,333 que presento la tendencia de mayor volumen promedio de bayas.

Lo anterior concuerda con Champagnol (1984), quien menciona que el vigor de la planta aumenta cuando la densidad de plantación disminuye lo que es un factor desfavorable a la calidad, cuando existe un vigor muy alto altera la calidad.

En la variable solidos solubles (°Brix) encontramos que existe diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro 2), en donde las densidades de 2,222 y 4,000 plantas/ha, son iguales estadísticamente entre sí, a su vez la densidad de 2,222 es diferente estadísticamente a la densidad de 3,333, la cual es igual estadísticamente a la densidad de 4,000 plantas/ha. Siendo la densidad de 2,222 plantas/ha, la que presento la mayor acumulación de sólidos solubles.

Lo anterior no concuerda con Champagnol (1984), quien constata que los vinos de las parcelas con altas densidades regularmente son mejores, en comparación con las de bajas densidades, es necesario evaluar en los siguientes ciclos el potencial de acumulación, cosechando independientemente cada densidad.

En todos los tratamientos la cantidad de azúcar acumulada fue suficiente para la obtención de productos de alta calidad.

CUADRO 2. COMPONENTES DE CALIDAD DE LA FRUTA DE LA VARIEDAD CABERNET-SAUVIGNON BAJO TRES DENSIDADES DE PLANTACION.

Densidad de Plantas	**N° de Bayas por Racimo**	Volumen de Bayas (cc)	**Solidos Solubles (°Brix)**
2,222	**97.2 a**	9.8 a	**24.98 a**
3,333	**105.0 a**	10:4 a	**22.88 b**
4,000	**111.2 a**	9.0 a	**24.48 ab**

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, para este trabajo se concluye que:

La densidad de 3,333 plantas/ha fue la mejor ya que se obtuvo mayor producción por unidad de superficie (15.6 toneladas/ha), sin afectar la calidad de la fruta.

La densidad de 4,000 plantas/ha es estadísticamente igual a la densidad de 3333 plantas/ha, desgraciadamente implica mayor costo de establecimiento y manejo, mínimo en un 25% más al tener surcos a 2.50 m.

Se recomienda seguir evaluando, este trabajo, con la finalidad de obtener resultados más contundentes que nos ayuden a decidir que densidad de *plantación utilizar o recomendar en el establecimiento del huerto.*

BIBLIOGRAFÍA

Anónimo. 1996. La uva y su importancia en la generación de divisas. Claridades Agropecuarias. Ed. Por apoyo y Servicio a la Comercialización Agropecuaria. México. 25 pp.

Anónimo. 2006. OIV, Coyuntura mundial. La Semana Vitivinícola. N° 3.128-29.

Champagnol, F. 1984. Elements de physiologie de la vigne et de viticulture generale. Ed. F Champagnol. Imp. Dehan. Montpllier, France.

García T. R; Mudarra P, I. Buenas Prácticas en Producción Ecológica. Cultivo de la Vid. [En Línea]http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/publicaciones/Cultivo_de_la_Vid_tcm7-187417.pdf. [Fecha de consulta 14/09/2012].

Jiménez, C. A. Plantación de vid. Anexo VIII. [En Línea]http://www.uclm.es/area/ing_rural/Proyectos/AntonioJimenez/10-Anejo8.PDF. [Fecha de Consulta 26/09/2012].

Madero, T. J. Vid, Mejoramiento de la calidad de la uva de mesa en el estado de Zacatecas. Fichas tecnológicas sistema producto. SAGARPA, Inifap. Zacatecas.

Martínez, T. F. 1991. Biología de la vid. Fundamentos biológicos de la viticultura. Mundi- Prensa. España. Pp. 37.

Weaver, J. R. 1976. Cultivo de la Uva. Editorial Continental S.A de C.V. México.

Winkler, A. J.1970. Viticultura. Segunda Edición. Editorial Continental. México. C.E.C.S.A.

PRODUCCION Y CALIDAD DE LA UVA VARIEDAD CABERNET-SAUVIGNON (*Vitis vinífera* L.) SOBRE CINCO PORTAINJERTOS.

[1]Eduardo Madero Tamargo, [2]Rodolfo Faz Contreras,[1]Angel Lagarda Murrieta, [3]Tania L. Ramirez.

[1]Maestro Investigador y [3] Tesista de la UAAAN-UL *e-mail; edmad2002@yahoo.com.mx* [2]*INIFAP Campo Experimental de la Laguna, Matamoros, Coah.*

INTRODUCCIÓN

Cabernet - Sauvignon es de origen francés, y es una de las variedades de *Vitis vinífera* L. con las que se obtienen vinos de mesa de alta calidad, esta especie es sensible a la filoxera, pulgón que ataca las raíces provocando el debilitamiento y la muerte de las plantas, haciendo incosteable su explotación (Galet, 1985).

El método más eficiente para luchar contra este insecto es el uso de portainjertos aunque a la fecha no existe un portainjerto universal, que se emplee con todas las variedades, en todos los tipos de suelo y en todas las condiciones, por lo que es necesario determinar la mejor combinación portainjerto – variedad.

Por lo anterior en el presente trabajo se plantea el objetivo de evaluar la producción y calidad de la uva de la variedad Cabernet Sauvignon (*Vitis vinífera*L.) sobre diferentes portainjertos, bajo la hipótesis de que el portainjerto influye sobre la producción y calidad de la uva.

ANTECEDENTES

El cultivo de la vid, es uno de los frutales mas cultivados en el mundo después de la naranja. Una pequeña porción se consume en fresco, y la mayor parte es enviado a las industrias (Anónimo, 2006).

En México, en Santa María de las Parras, Coahuila, se realizaron las primeras plantaciones en el siglo XVII (Anónimo, 1996). La producción de uvas en el año de 1994, fue de 504,000 toneladas, el 17. 5 % fue uvas de mesa, el 21. 8 % a uva de pasa y el 60.74% se destino a las industrias como destilados y vinos de mesa (Anónimo, 1996). Parras Coahuila se considera una de las áreas vitivinícolas más antiguas de México y de toda América, fundada en el año de 1597. Teniendo entre sus cultivares Cabernet - Sauvignon (Anónimo, 1996). Con la Variedad Cabernet - Sauvignon se producen los famosos vinos de la región de Gironde, Francia y en localidades apropiadas de California, esta uva produce un vino con un sabor varietal pronunciado, acidez elevada y buen color. Es una de las mejores variedades para elaboración de vino tinto (Weaver, 1976).

La sensibilidad a plagas y enfermedades de la raíz de las variedades *Vitis vinifera* L. ha ocasionado que se utilicen portainjertos que a la vez que resistan el problema patológico,

toleren condiciones físico químicas adversas, como salinidad, cal activa, compactación y el efecto del replante, etc. Otra característica positiva de los portainjertos es la habilidad para absorber más eficientemente el agua y los nutrientes del suelo. Considerando los atributos de los portainjertos, los cultivares de uva injertada, en ellos es de esperarse una mayor cantidad y calidad de fruta que cuando se cultivan sobre sus propias raíces (Martínez *et al*. 1990)

La mayor parte de los portainjertos utilizados descienden de las especies V. riparia, V. berlandieri y V. rupestris., sea como variedades, pero principalmente cruzadas entre ellas y/o con otras especies dan origen a los portainjertos (Hartmann y Kester, 1979). Algunos portainjertos de interés para el Norte de Mexico son:

Hibridos de *Vitis rupestris x Vitis riparia.*

101-14 MG (Millardet y Grasset). Confiere un vigor más débil que el 3309-C y una mayor 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, (Hidalgo, 2006). Es más vigoroso que Riparia Gloire, resiste el 9% de cal activa, favorece la precocidad y la calidad, se comporta bien en suelos arcillosos y húmedos, por el contrario, en suelos secos y compactos su comportamiento es mediocre. Tiene un sistema radicular delgado, con alta resistencia a filoxera y 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 $0.4^{0}/_{00}$ de salinidad, aunque provoca excesiva caída de flores (Galet, 1988).

3309-C (Couderc). Por sus caracteres ampelográficos y sus aptitudes, está más próximo al Rupestris que al Riparia. Vigor y precocidad medianos. Buena respuesta al estaquillado y al injerto. Resistencia bastante débil a la clorosis: hasta un 11 $^{0}/_{0}$ de caliza activa o 10 IPC, pero superior al Riparia Gloria. 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 no se comporta bien en suelos ácidos (Hidalgo, 2006).

Híbridos de *Vitis riparia x Vitis 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 tillosis. (Hidalgo, 2006).

Portainjerto SO-4 (Selección de Oppenheim del Téléki 4). Presenta resistencia a la clorosis, respondiendo bien al estaquillado y al injerto, aunque es sensible a la sequía y tolera los subsuelos húmedos. Confiere al injerto un desarrollo rápido y vigoroso con una fuerte producción, pero retrasa la maduración, siendo a veces el grado alcohólico de los vinos

insuficiente, con acidez elevada, tanimos duros y gustos herbáceos. Este exceso de vigor en tierras de fertilidad media o alta favorece la podredumbre gris. Manifiesta asfixia radicular y tillosis durante los primeros años en tierras fuertes y a la salida de los otoños e inviernos lluviosos, siendo sensible a la carencia de magnesio y al desecamiento del raspón. (Hidalgo, 2006).Soporta contenidos de caliza altos (17%), es resistente filoxera y nematodos. De aptitud intermedia en maduración, no está indicado para terrenos muy secos. Se suele poner en espaldera por su tendencia a no mantener el tronco erguido.

Cruzas de Vitis rupestris x Vitis berlandieri

Portainjerto 99- R (Richter). Responde bien al estaquillado y al injerto en cabeza, siendo el de taller más difícil, con un vigor ligeramente inferior al 110- R. resiste generalmente un valor de 17% de cal activa,, con resistencia media a la sequía, a veces sensible al desecamiento del raspón y a la carencia de magnesio, resistente a nematodos. Confiere vigor y productividad con menor calidad que el 110 R y una sensibilidad mayor a la podredumbre gris (Hidalgo, 2006).

Portainjerto 140-Ru (Ruggieri). Portainjerto muy rústico y vigoroso, resistente a filoxera y nematodos, bastante resistente a la sequía, desarrollándose bien en terrenos calcáreos, mejor que el 41-B en suelos superficiales y secos. Es sensible a la humedad, produciéndose a partir de una determinada edad mortandad en las cepas, sobre todo en terrenos compactos y húmedos en invierno. Produce bastante y retrasa la maduración, siendo desaconsejable en los vinos de calidad (Hidalgo, 2006).

Resistente a la caliza activa, del orden de 25 a 30%. Plantón muy rústico, se complace en tierras arcillo-calizas, profundas, pedregosas, secas en verano. Muy vigoroso. Su enorme vigor lo conduce algunas veces a favorizar la instalación de podredumbre gris, retarda un poco la maduración (Salazar y Cortes, 2006).

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en los viñedos Agrícola San Lorenzo, de Parras, Coah., México. En el ciclo 2011 en la variedad Cabernet Sauvignon, la cual esta injertada sobre los porta injertos 101-14, 3309-C, SO-4, 99-R y 140-Ru, plantados en el año 1998 y están conducidos en cordón bilateral, con espaldera vertical a una distancia entre plantas de 1.5 mts. Y entre surcos 3.00 mts, con una densidad de 2,220 plantas/ha. El tipo de suelo del lote experimental es de textura franca. El sistema de riego es por goteo.

El clima es semiseco, la temperatura media anual es de 18 °C, la precipitación anual se encuentra en el rango de los 300 a 400 mm en los meses de abril hasta octubre y escasa en noviembre, diciembre, enero y febrero, los vientos predominantes soplan a dirección del noreste

a velocidades de 15 a23 Km. /h (Coahuila, 2005). Los materiales evaluados fue la variedad Cabernet- sauvignon injertada sobre porta injertos (101-14, 3309-C, SO-4, 99-R y 140-Ru).

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar, con un total de 5 tratamientos, con 5 repeticiones por tratamiento (cada planta fué una repetición).

Las variables evaluadas fueron: Número de racimos cosechados por planta, producción de uva por planta (kg), peso promedio del racimo (gr): y producción de uva por unidad de superficie (ton/ha), esta se obtuvo multiplicando la producción de uva por planta, por la densidad de población en este caso 2220 p/ha.

Las variables de calidad evaluadas fueron: Sólidos solubles (°Brix): Se obtiene al tomar 10 bayas por planta las cuales se maceraron para obtener una mezcla de jugo uniforme, para después leer con un refractómetro, con una escala de 0-32º Brix. Volumen de 10 bayas (cc): Esta variable se obtuvo por desplazamiento al colocar en una probeta con un volumen de agua definida (100 ml.) y posteriormente se agregaron las 10 bayas, de esta forma se lee el volumen. Número de bayas por racimo: Se obtuvo contando todo el número de bayas por racimo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Producción de uva.

El análisis de varianza indicó diferencia significativa para las variables de producción del cultivo de la vid variedad Cabernet-sauvignon, numero de racimos por planta, rendimiento por planta y producción de uva por unidad de superficie, aunque el peso de racimos fue estadísticamente igual en todos los tratamientos estudiados. Cuadro 1.

Los datos indican que el numero de racimos por planta obtenido sobre los portainjertos 101-14, 3309-C y el 99-R, fueron similares estadísticamente pero diferentes al numero de racimos obtenidos sobre los portainjertos SO-4 y 140-Ru. El portainjerto 101-14 es el que más sobresale con 41.2 racimos por planta, mientras que el portainjerto 140-Ru es el más bajo con 20.4 racimos por planta.

Según Madero J., *et al*, (2008) el portainjerto trasmite cierto vigor a la variedad, en donde los portainjertos 101-14, 3309-C y SO-4, por ser de vigor bajo a medio, provocan mayor producción, en tanto que el portainjerto 140-Ru, por trasmitir vigor excesivo, ocasiona baja producción de racimos

El análisis estadístico de producción de uva por planta indica que fue similar en cuatro de los cinco portainjertos estudiados solo el portainjerto 140-Ru fue diferente estadísticamente. El portainjerto 101-14 es el que más sobresale con 3 Kg por planta y siendo el más bajo en producción el portainjerto 140-Ru con 1.3 kg, por planta. En la variable peso promedio de

racimos por planta nos indica que no existe diferencia significativa entre portainjertos estadísticamente son iguales.

Martínez, *et al,* (1990), indica que algunos portainjertos de vigor débil producen un aumento en el peso de las bayas, en cambio en otros puede disminuir. Esto no concuerda con lo citado ya que para el caso de esta variable los portainjertos aquí estudiados, no muestran significancia.

La producción de uva por unidad de superficie, varió entre 3.0 a 6.7 ton /ha el portainjerto 101-14, fue el mas sobresaliente con una producción de 6.7 toneladas por hectárea, mientras que el portainjerto 140-Ru es el más bajo con 3 toneladas por hectárea. Para este caso, coincidimos por lo mencionado por Madero, J *et al,* (2008), en donde el portainjerto trasmite cierto vigor a la variedad, siendo los portainjertos 101-14, 3309-C, SO-4 y 99-R, por trasmitir menos vigor que el portainjerto 140-Ru, provocan mayor producción, en tanto que este ultimo por trasmitir vigor excesivo, ocasiona baja producción de uva.

Cuadro 1. Componentes de rendimiento de la variedad Cabernet-Sauvignon sobre cinco portainjertos.

Portainjerto	N° de racimos por planta	Uva por planta (Kg)	Peso de Racimo (grms)	Rendimiento (Ton/Ha)
101-14	41.2 a	3.0 a	76.8 a	6.7 a
3309-C	35.2 ab	2.3 a	69.8 a	5.4 a
SO-4	25.2 bc	2.7 a	81.4 a	5.9 a
99-R	29.2 abc	2.4 a	84.2 a	5.3 a
140-Ru	20.4 c	1.3 b	66.6 a	3.0 b

Calidad de la uva.

El análisis de varianza mostró diferencias significativas solo para la variable número de bayas por racimo (Cuadro 2), la variable sólidos solubles (°Brix) y volumen de las bayas no mostraron diferencias entre tratamientos. Siendo el portainjerto SO-4 sobre el que se presentaron mayor numero de bayas por racimo. Madero, J *et al,* (2008), indica que los portainjertos débiles 101-14 y 3309-C adelantan la maduración de los frutos, en cambio en los portainjertos de vigor medio a alto, como SO-4, 99-R y 140-Ru retrasan la maduración. Comercialmente en todos los casos hay azúcar suficiente para ser procesadas.

Cuadro 2. Componentes de calidad de la fruta de la variedad Cabernet-Sauvignon sobre cinco portainjertos.

Portainjerto	°Brix	Volumen de bayas (cc)	N° de bayas por racimo
101-14	22.5 a	8.4 a	107.2 b
3309-C	22.9 a	8.6 a	99.6 b
SO-4	21.2 a	9.4 a	178.2 a
99-R	21.2 a	8.0 a	88.6 b
140-Ru	21.9 a	9.6 a	98.4 b

CONCLUSIONES

En la realización de este trabajo y los resultados arrojados en las diferentes variables que se evaluaron para determinar el efecto del portainjerto para la producción y calidad de la uva en la variedad Cabernet -sauvignon podemos concluir lo siguiente:

Al encontrar diferencia entre portainjertos en las principales variables, concluimos que en este caso la variedad Cabernet-sauvignon puede injertarse sobre los portainjertos; 101-14, 3309-C, SO-4 y 99-R, teniendo ási más opciones de explotación, por las diferentes características de adaptación de cada portainjerto.

Con los datos obtenidos en esta investigación se sugiere seguir evaluando el presente trabajo.

BIBLIOGRAFIA

Anónimo. 1996. La uva y su importancia en la generación de divisas. Claridades Agropecuarias. Ed. Por apoyo y Servicio a la Comercialización Agropecuaria. México.

Anónimo, 2006 Debilidades y desafíos tecnológicos del sector productivo. www.cofecyt.mincyt.gov.ar/pcias_pdfs/san_juan/UIA_vitivinicola_08.pdf (fecha de consulta: 27/09/2012).

Galet.P.1985.PrecisD´Ampelographie Practique. 5ªEdition. Imprimerie Charles Dehan, Montpellier, France.

Galet, P. 1988. Cépages et Vignobles de France. Tome I, Les Vignes Américaines. 2eme. Edition. Imp. Charles Dehan. Montpellier. France.

Hartmann, H, T y D. E. Kester. 1979. Propagación de plantas. Principios y Prácticas. Compañía Editorial Continental S.A. México.

Hidalgo T. J. 2006. La calidad del vino desde el viñedo. Editorial mundi - prensa España.

Madero, T.J., E.E. Madero. T., E.G. Madero. M. 2008. Los portainjertos de la vid. Capitulo 19. Enfoques tecnológicos en la Fruticultura. U. A Chapingo. Pp. 236.

Martínez, C. A; Carreño E; M. Erena A y J. Fernández R. 1990. Patrones de la vid. Serie de Divulgación Técnica 9. Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua. Región de Murcia. Pp. 63.

Salazar, D. M. Cortes, S. L. 2006. Ampelografía Básica de Patrones Vitícolas. Tomo II. Editorial. Universidad Politécnica de Valencia.

Weaver, R.J. 1976 Grape Growing.A. Wiley- Interscience publication New York USA.

EVALUACIÓN DE DOS LÍNEA DE POLLO DE ENGORDA BAJO CONDICIONES HOMOGÉNEAS DE GRANJA EN LA COMARCA LAGUNERA

Gutiérrez-Guzmán Ulises Noel[1]; Gaytán-García José Juan[2]; López- Amador Norma; Puentes-Gutiérrez Judith[3]; Martínez-Ríos Juan José[3]; Maraña-Santacruz José Angel[1]

[1] Alumno DICAF-UJED; [2] Alumno FAZ-UJED; [3] Maestro investigador FAZ-UJED
ulisesnoelg@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

La industria avícola mundial tiene retos en lo que respecta a la inocuidad y seguridad alimentaria, eficiencia en el procesamiento, así como incrementar la producción y reducir el costo de mano de obra. (Arce et al., 2011). La avicultura es la rama de la ganadería nacional que se encuentra a un nivel tecnológico desarrollado y favorable, ya que esta actividad ha desarrollado los más recientes avances en genética y alimentación en los últimos 50 años (SAGARPA, 2010). El sector avícola mexicano participa con el 63.2% de la producción pecuaria; 33% aporta la producción de pollo, 30.1% la producción de huevo y 0.20% la producción de pavo, ésta producción se consigue gracias a una industria que utiliza de forma eficaz las diferentes áreas de trabajo: genética, sanidad, nutrición, manejo, bienestar, calidad del producto e incluso con frecuencia, la transformación y la comercialización (Agronegocios, 2005) En particular, la Región Lagunera ocupa el primer lugar a nivel nacional en producción de carne de ave con el 12% de la producción de acuerdo con datos de la Unión Nacional de Avicultores, 2012. En la actualidad las líneas de pollo comerciales son cada día preparadas para mejorar los parámetros productivos, resistencia a enfermedades y adaptabilidad a diferentes ambientes, es necesario evaluar éstas líneas mejoradas contra las líneas convencionales y tradicionalmente usadas en la industria avícola regional y nacional. Debido a lo anterior se plantea los siguientes objetivos:

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el comportamiento productivo entre dos líneas bajo condiciones de manejo homogéneo de granja en la Comarca Lagunera.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar cuál de las dos líneas alcanzará el mayor rendimiento posible al momento de su comercialización.
- Comparar si existe diferencia entre las líneas utilizadas en cuanto a la conversión alimenticia y ganancia diaria promedio.

HIPOTESIS:

- Hay diferencia significativa entre las líneas de pollo de engorda evaluadas en cuanto a los parámetros productivos.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación y descripción del área de estudio.

El trabajo de investigación fue realizado en la granja avícola "Juan Antonio Murra" situada en el Ejido Buen Abrigo, Municipio de Matamoros Coahuila México, con una latitud de 25º 41' 31" N y con una longitud de 103º 16' 31" W, se encuentra a una altura sobre el nivel del mar de 1118 metros. El clima según la clasificación de Kôpen modificado por García, es desértico con lluvias en el verano y temperatura caliente; los registros indican una temperatura media anual de 21ºC con una media de 27ºC para el mes más caluroso. La precipitación promedio es de 190 milímetros anuales.

Metodología

En la evaluación se utilizaron dos líneas de pollos de engorda comerciales Cobb 500 (Línea A) y Cobb 700 (Línea B), suministrados por la planta incubadora de la región. Se recibieron en total 186,400 pollitos un día de nacidos con un peso promedio de 42 gramos mismos que se introdujeron en 8 galpones (casetas), con medidas de 12 metros de ancho por 160 metros de largo, en cuatro casetas se alojaron 93,200 pollitos de la línea A (Bloque I) y en otras cuatro casetas 93,200 de la línea B (Bloque II), quedando alojados 23,300 pollitos por caseta o unidad experimental. Las aves recibidas fueron totalmente machos, el ciclo completo de crianza fue de 50 días que corresponde al macho pigmentado.

Equipo utilizado. Las casetas de alojamiento contaron con un sistema de ventilación de cortinas manual para el control de la temperatura y calidad del aire interior, las casetas estaban equipadas con bebederos de sistema cerrado de nipple (tetillas) marca Val, comederos automáticos de plato marca Roxel y para el calentamiento de las aves se utilizaron creadoras tipo radiante marca Sibley.

Diseño experimental. Se utilizó un diseño de Comparación de Medias de Muestras Independientes y para el contraste de la hipótesis la prueba de T Student.

Variables evaluadas: Para determinar las variables se utilizaron la ecuaciones establecidas en La Guía de Manejo de Pollo de engorda (Cobb, 2008)

% Mortalidad. El porcentaje de mortalidad es la cantidad de aves que se murieron en el proceso de crianza expresada como porcentaje del total de aves ingresadas. Se determina de la siguiente manera:

% de mortalidad= (Numero de aves muertas) X 100

Aves recibidas

Consumo de alimento. Es el alimento total consumido por pollo o por caseta en un ciclo completo de producción.

Peso Promedio. El peso promedio corresponde al peso que en promedio tuvo cada pollo al sacrificio del lote, matemáticamente se determina con la siguiente fórmula:

Peso promedio = Total de carne producida por caseta

Número de aves de la caseta

Conversión Alimenticia. En general la conversión alimenticia es una medida de la productividad de un animal y se define como la relación entre el alimento que consume con el peso que gana y se expresa de la siguiente manera:

Conversión alimenticia = Kg. de carne producida / Kg. de alimento consumido

Ganancia diaria de peso. La ganancia diaria de peso es el peso final del ave dividido entre los días totales del ciclo de producción. Se obtiene este valor de la división del peso final menos el peso inicial entre la edad en días.

Total de carne extraída. Total de carne representada en toneladas de la parvada al momento de su venta.

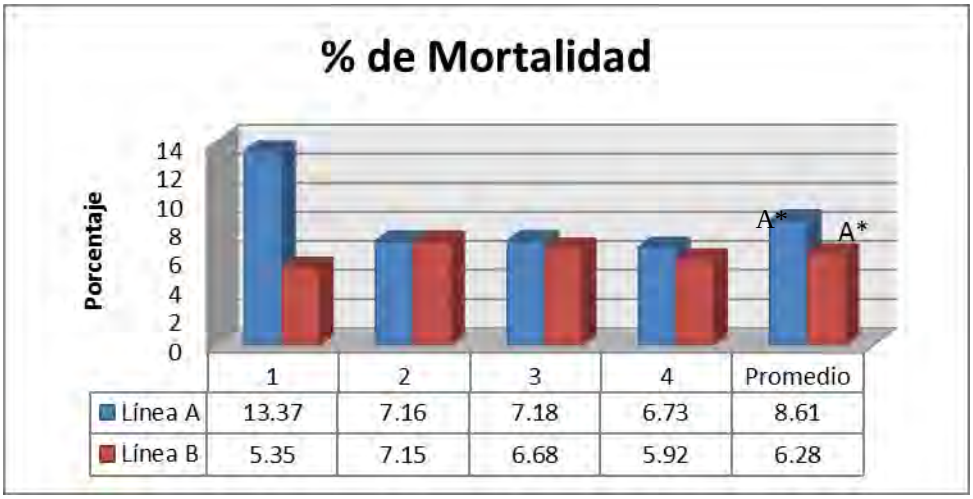
Procesamiento de los datos. Para el procesamiento de los datos fueron utilizados los programas Excel para la creación de la base de datos y SAS para realizar el análisis de varianza y comparación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de mortalidad

A medida que la edad de las aves va en aumento, se incrementa el riesgo de muerte por el mismo crecimiento y desarrollo; además el espacio por metro cuadrado por ave se reduce, haciendo más incómodo en confort de los animales. El total de aves terminadas por caseta y porcentaje de mortalidad son dos variables íntimamente relacionadas inversamente, esto es a mayor porcentaje de mortalidad menor la cantidad de aves terminadas y viceversa por unidad de área. El total de aves terminadas para la línea A fue de 85,296 de 93,200 que se recibieron y 87,403 para la línea B con el mismo número de aves recibidas. Uviña en 1998, reporta en su tabla de parámetros de producción que el porcentaje de mortalidad acumulado para la séptima semana de vida (49 días) es de 4.7, los resultados obtenidos en el estudio el porcentaje de

mortalidad promedio para las líneas A y B fue de 8.61 y 6.28 respectivamente a 50 días de edad (Figura 1).



	1	2	3	4	Promedio
Línea A	13.37	7.16	7.18	6.73	8.61
Línea B	5.35	7.15	6.68	5.92	6.28

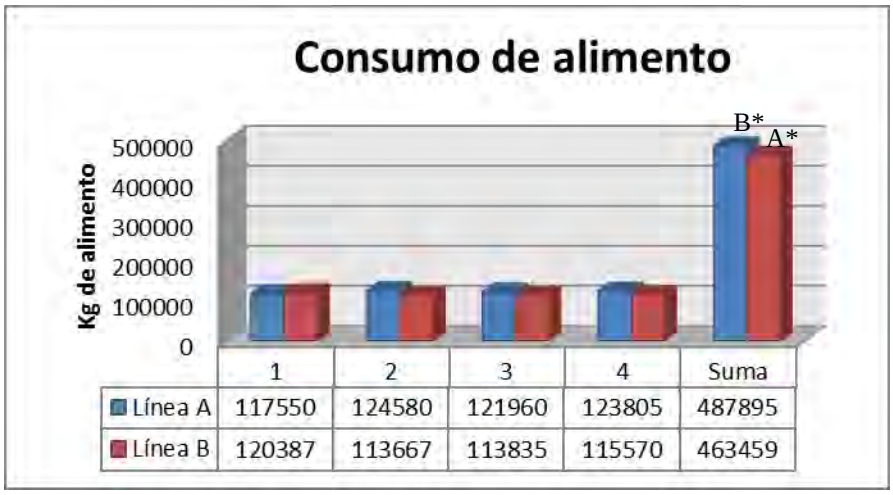
*Grupos de significancia p<0.05

Figura 1. Porcentaje de mortalidad por caseta. Granja avícola “Juan Antonio Murra”. Ej. Buen Abrigo, Coahuila.

Los valores son superiores pero cabe hacer mención que los datos de los parámetros de producción fueron tomados a temperatura ambiente de 18 a 20 °C promedio anual, los cuales para la región son valores relativamente bajos si consideramos que la temperatura promedio en el área de estudio osciló entre los 28 a 30 °C en promedio. La caseta o repetición que tuvo la más alta mortalidad acumulada fue la caseta 1 de la línea A con un 13.37% y la caseta más sana fue la caseta 1 de la línea B con 5.35%; sin embargo, al realizar el análisis de varianza (ANOVA) para la variable de porcentaje de mortalidad no hubo diferencias significativas al nivel de confianza p> 0.05. Aunque la línea de pollos B tuvo menos mortalidad que la línea A son estadísticamente semejantes. Lo cual significa que la mortalidad obtenida no está en función de las características genéticas de cada línea sino a factores externos de manejo, ambientales y/o sanitarias.

Consumo de alimento

En la figura 2 se muestran los consumos de alimento por caseta y el total acumulado por línea de pollo, en general la línea A consumió un total de 487,895 kilogramos; mientras que la línea B tuvo un consumo menor de alimento de 463,459 kilos. La diferencia en kilogramos de alimento fue de 24, 436. Al someter los datos encontrados al análisis de varianza aún con esa diferencia marcada en consumo de alimento, no reporto diferencia estadística entre las líneas.

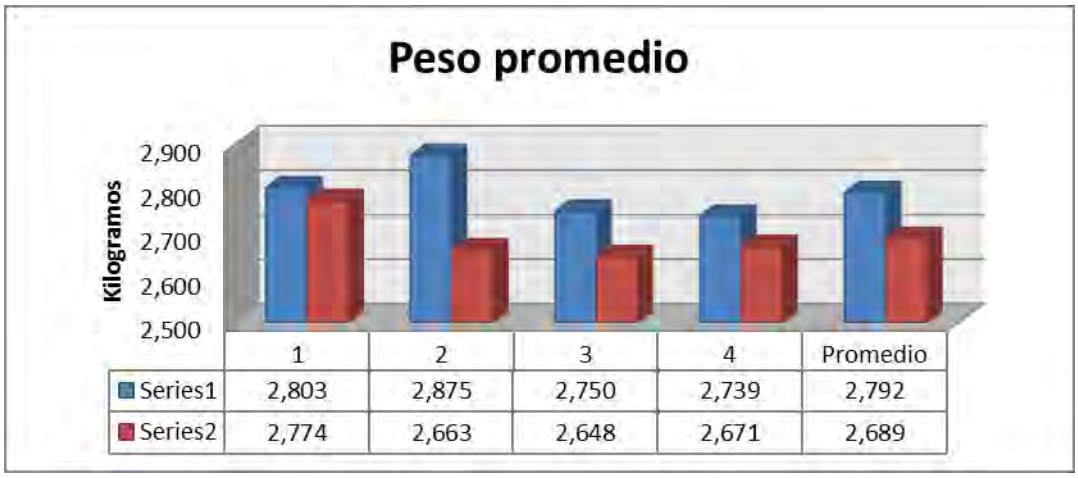


*Grupos de significancia p<0.05

Figura 2. Consumo de alimento en toneladas de dos líneas de pollo bajo condiciones de granja en la Comarca Lagunera. Ejido Buen Abrigo Municipio de Matamoros, Coahuila México.

Peso promedio

En la figura 3 observamos los pesos promedio por caseta, así como el total de las líneas; en general la línea con mejor peso promedio es la línea A con un peso promedio total de 2.791 kilogramos, mientras que la línea B obtuvo un peso promedio de 2.689 kilogramos, según Uviña 1899 los pollos deben tener un peso promedio a la séptima semana de 2.519 kilogramos, lo cual indica que andamos por encima de esta marca. Al someter los datos obtenidos al análisis de varianza (ANOVA) no se encontró diferencia estadística significativa entre las líneas evaluadas.

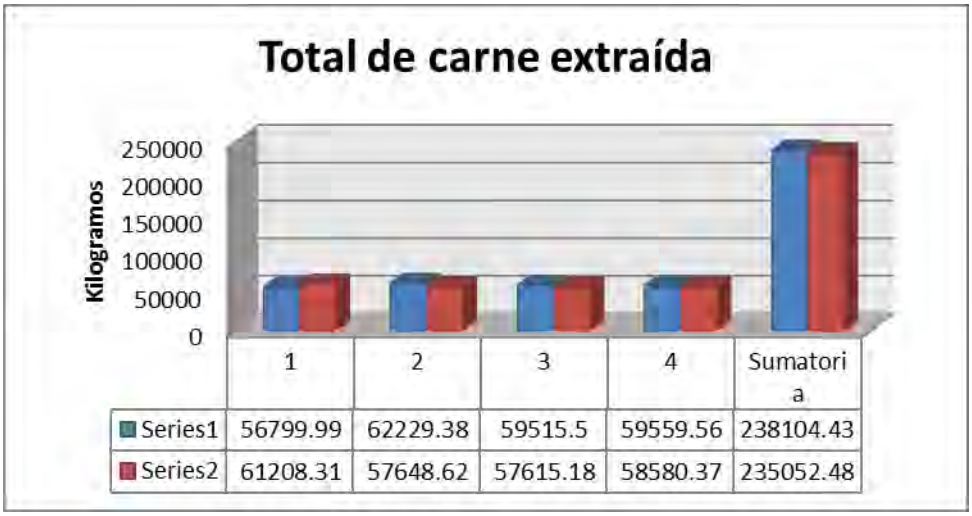


*grupos de significancia p>0.05.

Figura 3. Peso promedio en kilogramos de dos líneas de pollo bajo condiciones de granja en la Comarca Lagunera. Ejido Buen abrigo Municipio de Matamoros, Coahuila México.

Total de carne extraída

En la Figura 4 se muestra el total de carne que aportó la parvada al final de su ciclo en las granjas de engorda representándose en kilogramos por caseta o por total de casetas y entre las dos líneas evaluadas la que se vio con mayor aportación para esta variable fue la línea A de la que se obtuvo un total de 238,104.43 kilogramos, mientras que la línea B aportó un total de 235,052.38 kilogramos claro, tomando en cuenta que la línea A tuvo un mayor consumo de alimento que esto genera gastos importantes. Teniendo como consecuencia una diferencia de 3,052.05 kilogramos, nos haría pensar que este es un rango de diferencia significativa, pero al someterlo al análisis de varianza (ANOVA) y correrlo en el programa SAS, el resultado obtenido nos indica que en este punto no existen diferencias significativas.



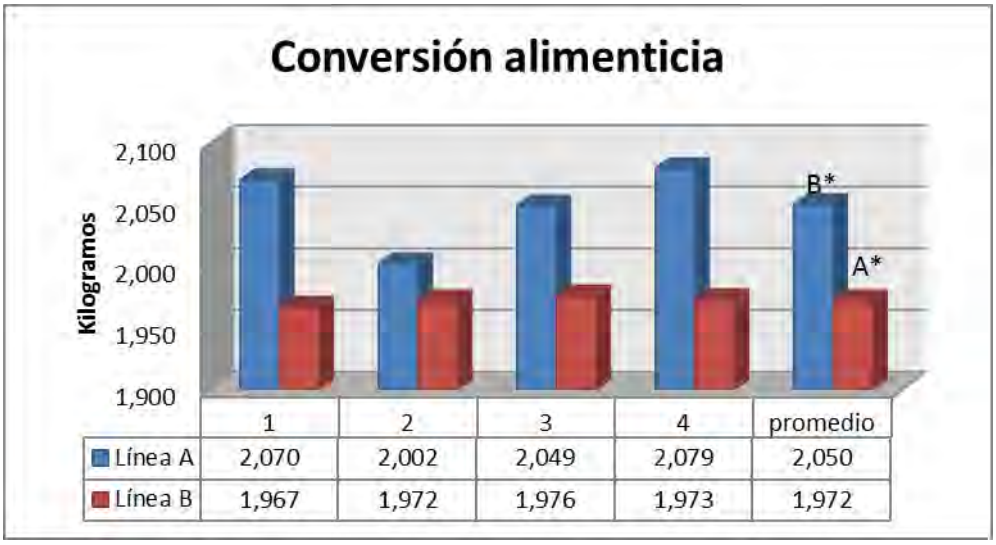
*grupos de significancia p> 0.05

Figura 4. Total de carne extraída en kilogramos de dos líneas de pollo bajo condiciones de granja en la Comarca Lagunera. Ejido Buen Abrigo, Municipio de Matamoros, Coahuila México.

Conversión alimenticia

La conversión de alimento (CA), significa la relación entre la cantidad de alimento en kilo o en libra, que se necesita para producir un kilo de carne, dando como resultado un valor absoluto. En el estudio realizado la evaluación determinada de la línea A presenta una menor eficiencia en conversión con un consumo de 2.05 kilogramos de alimento para obtener un kilogramo de carne, mientras que la línea B solamente tuvo un consumo de 1.972 kilogramos para producir un kilogramo de carne del total de las cuatro casetas correspondientes a casa línea, por consiguiente el análisis de varianza (ANOVA) determinó que si hay diferencias significativas, ya

que la línea A tuvo un mayor consumo de alimento en relación a la línea B, representando a esta como una línea más eficiente para esta variable (Figura 5).



	1	2	3	4	promedio
Línea A	2,070	2,002	2,049	2,079	2,050
Línea B	1,967	1,972	1,976	1,973	1,972

*grupos de significancia p>0.05

Figura 5. Conversión alimentaria de dos líneas de pollo bajo condiciones de granja en la Comarca Lagunera. Ejido Buen Abrigo Municipio de Matamoros, Coahuila México.

CONCLUSIONES

En el estudio realizado se determinó que las línea de pollos Cobb son una buena opción para el desarrollo de producción y venta de carne por sus grandes atributos en la conversión alimentaria y buen crecimiento, la línea Cobb 700 (B) se muestra cono una mejor línea para un futuro inmediato por ser más conveniente en la conversión alimentaria ya que para 1 kilogramo de carne que produce, únicamente tiene que consumir, 1.972 kilogramos de alimento, contrario a la Cobb 500 (A) la cual para producir 1 kilogramo de carne consume más de 2 kilogramos de alimento, sin embargo esta línea que hasta ahora es la más usada por los productores a pesar de tener también otra irregularidad como mayor mortalidad en aves.

BIBLIOGRAFIA

Agronegocios. 2005. Pollos parrilleros. Disponible en (internet): http: //www.agronegocios.gob.sv/queproducir/AvePol.HTM.

Arce Menocal José, Mariño Solís J. Antonio, Flores Esparza Araceli, Garibay Torres Luis, Soria Lira M. Héctor. Producción animal 1. Subarea: producción avícola. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. 2011 53pp.

Cobb 2008. Guía de manejo de pollo de engorde. Manual técnico. 65 pp.

SAGARPA. Manual de Buenas Prácticas Pecuarias en Unidades de Producción de Pollo de Engorda. Senasica. Gobierno federal 2010. 111pp.

Unión Nacional de Agricultores. Sitio Web: http//:www.una.org.mx. 2012.

PRODUCCION DE PLANTULAS DE TOMATE (*Lycopersicum esculentum;* Mill). EN FUNCION DE SUSTRATOS ORGANICOS Y LIXIVIADOS DE VERMICOMPOST

M.C. Antonio Gallegos Ponce[1], Pedro Hernández Osornio[2], M.C. Alejandro Martínez Ríos[1], M. C. Miguel Fernando Sanchez[1], M.C. Juan De Dios Quevedo Guillen[1], M.C. Judith Puentes Gutierrez[1], M. C. José Ángel Maraña Santacruz[1]

[1]Maestros investigadores de la Facultad De Agricultura y Zootecnia de la UJED.
gantonio95@yahoo.com.mx
[2]Alumnos tesistas de la carrera Ingeniero Agrónomo con Especialidad de Fitotecnia.

INTRODUCCIÓN

El uso de fertilizantes inorgánicos en la agricultura actual resulta imprescindible para producir en cantidades suficientes los alimentos requeridos por la población; el abuso en la utilización de estos insumos especialmente los nitrogenados, afecta la calidad ambiental y la economía del productor (Amado, Ortiz 2003). En este contexto la sociedad esta demandando que en la agricultura se asuma un papel más responsable, esto significa que en lo sucesivo no bastará que en el desarrollo de esta actividad sólo se generen los alimentos y materias primas necesarias para una población en constante crecimiento, sino que deberá hacerse sin deteriorar y mucho menos agotar los recursos base de la misma: el suelo y el agua. (Ortiz, Amado 2003). En la Comarca lagunera se producen anualmente una gran cantidad de estiércol de bovino el cual después de ser tratado puede ser utilizado directamente como sustrato orgánico en la agricultura. (Preciado *et al* 2008, Chávez *et al* 2008). El uso de sustratos es cada día mas utilizado en la producción de plántulas de hortalizas. Debido a la necesidad de obtener plantas de calidad. (Guzmán 2003 mencionado por Quesada y Méndez 2005). En los lixiviados los nutrientes están disponibles inmediatamente ya que cuando se aplica estiércol los nutrientes se van liberando lentamente en el proceso de mineralización de la materia orgánica (Chávez *et al* 2003, Mencionado por Cabral *et al* 2011). El lixiviado es un líquido producido durante la elaboración de la vermicompost, usualmente de olor desagradable. (Ruiz 2011). A medida que se riega la pila de lombricomposta para mantener la humedad hay una pérdida de agua más una cantidad de nutrientes solubles, microrganismos, ácidos húmicos y fúlvicos (Casco, Iglesias, 2005). Que se puede recuperar con un sistema de drenaje en forma natural. El paso del agua a través de los sustratos provoca el lavado de los compuestos solubles y de elementos químicos presentes en estos materiales. Estos lixiviados han sido considerados como abonos que se pueden aplicar a las especies vegetales (Moreno *et al* 2009). La lombricomposta liquida utilizada como fertilizante orgánico, satisface las necesidades del cultivo en los que se utiliza. Por lo tanto se considera un buen medio de producción de cultivos (Fabela *et al* 2009). Debido a que contiene una cantidad significativa de sustancias húmicas, elementos nutritivos apegados a

las normas de producción orgánica (Luevanos y Velázquez, 2001, García 1996, Chan-Chien *et al*, 2003 Mencionados por Puente *et al* 2011). El lixiviado aplicado al suelo o a la planta actúa como fuente de fertilización ya que hace asimilables en todo su espectro a los macro y micronutrientes, evitando la concentración de sales. Crea además un medio ideal para la proliferación de organismos benéficos, bacterias, hongos, etc. Que impiden el desarrollo de patógenos, reduciendo sensiblemente el riesgo en el desarrollo de enfermedades. Además, estimula la humificación propia del suelo ya que incorpora y descompone los residuos vegetales presentes en el suelo. (Casco, Iglesias, 2005). El objetivo del presente trabajo es la obtención de información en la producción de plántulas de tomate utilizando mezclas de sustratos orgánicos y diferentes dosis de lixiviado de vermicompost como sustituto de fertilizante químico, con la finalidad de ofrecer a los productores alternativas viables y económicas de producción.

MATERIALES Y METODOS.

El presente trabajo se realizo en el Invernadero rústico de ventilación natural lateral de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango, ubicada en el Ejido Venecia municipio de Gómez Palacio Dgo. Situada en el km 30 de la carretera Gómez Palacio – Tlahualilo, Dgo. Se localiza geográficamente en el paralelo 25° 46' 56" de latitud norte y el meridiano 103° 21' 02" de longitud oeste, a una altura de 1,110 metros sobre el nivel del mar. Se evaluaron dos mezclas de sustratos orgánicos de Vermicompost y Peat Moss con los porcentajes determinados previamente. (Cuadro 1, 2 y 3). Otro factor de estudio del trabajo fue la aplicación de fertilizante orgánico a base de lixiviado de vermicompost (cuadro 4 y 5) en dosis de 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0% en base al volumen de agua aplicado en el riego, además del tratamiento químico y el blanco, el fertilizante químico fue a base de dos soluciones que consistieron en: A; fosfato monoamónico 340 g, nitrato de calcio 2.080 g, nitrato de potasio 450 g, B; sulfato de magnesio 492 g, sulfato de cobre 48 g, sulfato de manganeso 248 g, sulfato de zinc 120 g, acido bórico 620 g, molibdato de amonio 02 g, quelato de hierro 50 g, disueltos en 10 l de agua. Resultando doce tratamientos (Cuadro 6) dispuestos en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, la parcela experimental se colocó en una charola de 200 cavidades de 25 mL. La semilla de tomate utilizada fue el hibrido Rio Grande del tipo Saladette, de crecimiento determinado, la siembra se efectuó el 15 mayo 2013, colocando una semilla por cavidad en los diferentes sustratos evaluados, las cuales se apilaron cubriéndose las charolas con una membrana de hule de color negro hasta que se inició la emergencia, posteriormente se colocaron en las camas de propagación, donde permanecieron 45 días, el riego se realizó dos veces al días en las primeras etapas de su desarrollo la cual termino en la aparición del primer

par de hojas verdaderas, posteriormente se efectuó según las necesidades de agua por el cultivo con una regadera manual de gota fina. En promedio durante este periodo se rego una vez al día saturando las charolas de agua. El análisis de varianza (ANOVA) de los datos se realizó utilizando el paquete estadístico SAS (SAS Institute, Inc System for Lineal Models, Third Edition, Cary, NC, USA), y cuando se presentó un valor significativo, se utilizó el método de Duncan ($P< 0.05$) para definir las diferencias especificas entre tratamientos utilizando el mismo paquete de análisis estadístico Las variables de respuesta fueron: Altura de Planta, Número de Hojas, Numero de Foliolos por hoja y Área Foliar

Cuadro 1. Descripción de las materias primas utilizadas como sustrato en la producción de plántulas de Tomate.CAE FAZ-UJED. 2013.

Material	Preparación	Materia Prima
Vermicompost	Elaborada en la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango	Estiércol de bovino lechero procesado por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*)
Peat Moss	Material de pacas comerciales "Premier" Hecho en Canadá	Turba proveniente del musgo Sphagnum para el enraizamiento

Cuadro 2. Código, material y proporción de los sustratos orgánico evaluados en la producción de plántulas de Tomate.CAE FAZ-UJED. 2013.

Código	Sustrato	Proporción en volumen
A1	Peat Moss + Vermicompost	80/20
A2	Peat Moss + Vermicompost	60/40

Cuadro 3.- Características químicas de los sustratos utilizados en la producción de plántulas de Tomate C.A.E.-FAZ-UJED. 2013.

Sustrato	N total (%)	P %	M.O. %	pH	C. E. (mS cm^{-1})
A1 (80/20)	1.40	0.48	72.33	5.88	2.00
A2 (60/40)	1.51	0.74	58.99	6.93	2.20

Cuadro 4. Código, fuente y proporción de los Lixiviados de Vermicompost evaluados en la producción de plántulas de Tomate.CAE FAZ-UJED. 2013.

Código	Fuente Nutriente	Proporción en volumen
B1	Blanco	Testigo
B2	Químico	
B3	Lixiviado	0.5 %
B4	Lixiviado	1.0 %
B5	Lixiviado	1.5%
B6	Lixiviado	2.0%

Las características químicas de los lixiviados son: El pH se encuentra en un nivel de medianamente alcalino, la materia orgánica se clasifica en pobre, esta característica es importante para el mantenimiento de la buena estructura del suelo, la facilidad de manejo y la actividad biológica del suelo, el diagnostico de salinidad por conductividad eléctrica se considera medianamente salino, para nitrógeno y fosforo total sus valores se encuentran en niveles bajos como lo mencionan Fabela y Flores 2011 (Nitrógeno total 0.8 a 1.0 %, Fosforo total 0.3 a 0.8 %). Los niveles de Potasio, Fierro, Cobre, Zinc y Manganeso se presentaron en un rango elevado. (Cuadro 5)

Cuadro 5.- Características químicas del lixiviado de vermicompost aplicado en la producción de plántulas de Tomate C.A.E.-FAZ-UJED. 2013.

	Unidades	**Valor**	**Rango Optimo**
pH		8.23	6.5 – 7.5
Materia orgánica	%	0.83	> 3.0
Conductividad eléctrica	mS cm^{-1}	4.31	2.0 – 8.0
Nitrógeno total (N)	%	0.77	
Fósforo total (P)	%	0.21	
Potasio (K)	ppm	348.7	> 170
Fierro (Fe)	ppm	6.53	2.5 – 4.5
Cobre (Cu)	ppm	0.77	0.3 – 1.0
Zinc (Zn)	ppm	1.86	0.5 – 1.0
Manganeso (Mn)	ppm	4.11	1.0 – 2.5

Cuadro 6.- Tratamientos evaluados en la producción de plántulas de Tomate C.A.E.-FAZ-UJED. 2013.

Tratamiento		Sustrato-Fertilizante	Dosis Total de Solución Nutritiva (ml)
T1	A1B1	80/20-BLANCO	----------
T2	A2B1	60/40-BLANCO	----------
T3	A1B2	80/20-QUIMICO	208
T4	A2B2	60/40-QUIMICO	208
T5	A1B3	80/20-0.5% LIXIVIADO	52
T6	A2B3	60/40-0.5% LIXIVIADO	52
T7	A1B4	80/20-1.0% LIXIVIADO	104
T8	A2B4	60/40-1.0% LIXIVIADO	104
T9	A1B5	80/20-1.5% LIXIVIADO	156
T10	A2B5	60/40-1.5% LIXIVIADO	156
T11	A1B6	80/20-2.0% LIXIVIADO	208
T12	A2B6	60/40-2.0% LIXIVIADO	208

RESULTADOS Y DISCUSIONES.

En el cuadro 7 se presenta la comparación de medias, significancia y coeficiente de variación de los tratamientos en estudio, donde se observa que las variables evaluadas presentaron una significancia altamente significativa. Sobresaliendo los tratamientos 3 y 4 (80/20 químico y 60/40 químico respectivamente), en todas las variables evaluadas. Además el tratamiento 1 y 2 (80/20, 60/40 blanco), 5 (80/20 05% lixiviado), en el número de foliolos por hoja. El tratamiento 8 (60/40 1.0% lixiviado) sobresalió en el número de foliolos por hoja y área foliar. Los tratamientos con mas bajos valores fueron a los que se les aplico las más altas dosis de lixiviado (1.5 y 2.0%) sin importar el sustrato utilizado

Cuadro 7. Comparación de medias, significancia estadística y coeficiente de variación en la producción de plántulas del cultivo de Tomate. CAE-FAZ-UJED 2013

Tratamiento	AP (cm)	NH	NF	AF (cm^2)
T1	9.02 d e	3.00 c	4.00 a b c d	7.30 d e f
T2	11.05 c d	3.00 c	4.48 a b	12.46 c d e
T3	13.54 a b	4.11 a	4.29 a b c	22.13 b
T4	14.28 a	3.89 a b	4.83 a	28.40 a
T5	8.99 d e	3.22 c	4.23 a b c	13.93 c
T6	10.25 c d	3.00 c	3.62 b c d	12.96 c d
T7	8.88 d e	3.33 b c	3.83 b c d	10.30 c d e f
T8	11.77 b c	3.77 a b	4.18 a b c d	21.36 b
T9	7.55 e	3.22 c	3.31 d	5.66 f
T10	9.44 d e	3.11 c	3.46 c d	8.30 c d e f
T11	7.55 e	3.00 c	3.33 d	4.80 f
T12	9.00 d e	3.00 c	3.89 b c d	6.83 e f
Significancia	**	**	**	**
CV (%)	11.17	8.00	11.62	24.54

AP; Altura de Planta, **NH**; Numero de Hojas, **NF**; Numero de Foliolos por hoja, **AF**; Área Foliar, *; Significativo, **; Altamente Significativo, **NS**; No Significativo, **CV**; Coeficiente de Variación

En la Altura de Planta, Numero de Hojas, Foliolos por hoja y Área Foliar, el tratamiento 60/40-quimico (T4) sobresalió a todos los demás tratamientos (Figura 1, 2, 3). El tratamiento 8 (60/40 1.0%) fue el que presento el mayor valor en las variables evaluadas. Estos datos concuerda con lo encontrados por Atiyeh *et al* y Moreno-Resendiz *et al* mencionado por Moreno *et al* (2010). Donde encontraron que la fertilización orgánica a base de vermicompost en bajos volúmenes (10 – 40%) del volumen total del medio de crecimiento favorece el desarrollo de los cultivos hortícolas. Para los lixiviados la mejor concentración se observa al 1.0%

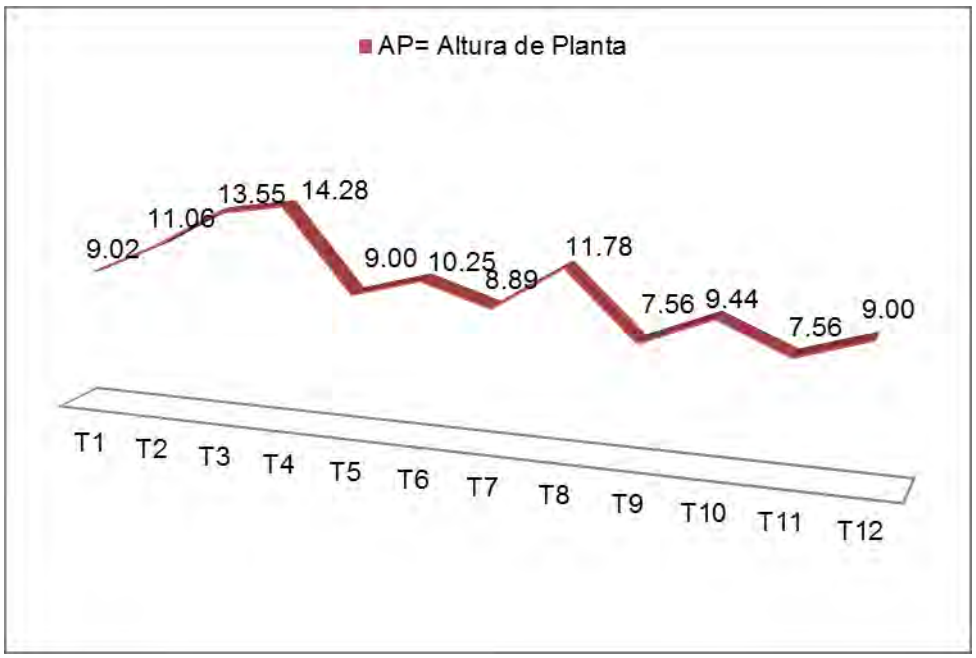


Figura 2. Altura de Planta (cm) para la producción de plántulas de Tomate CAE-FAZ-UJED 2013

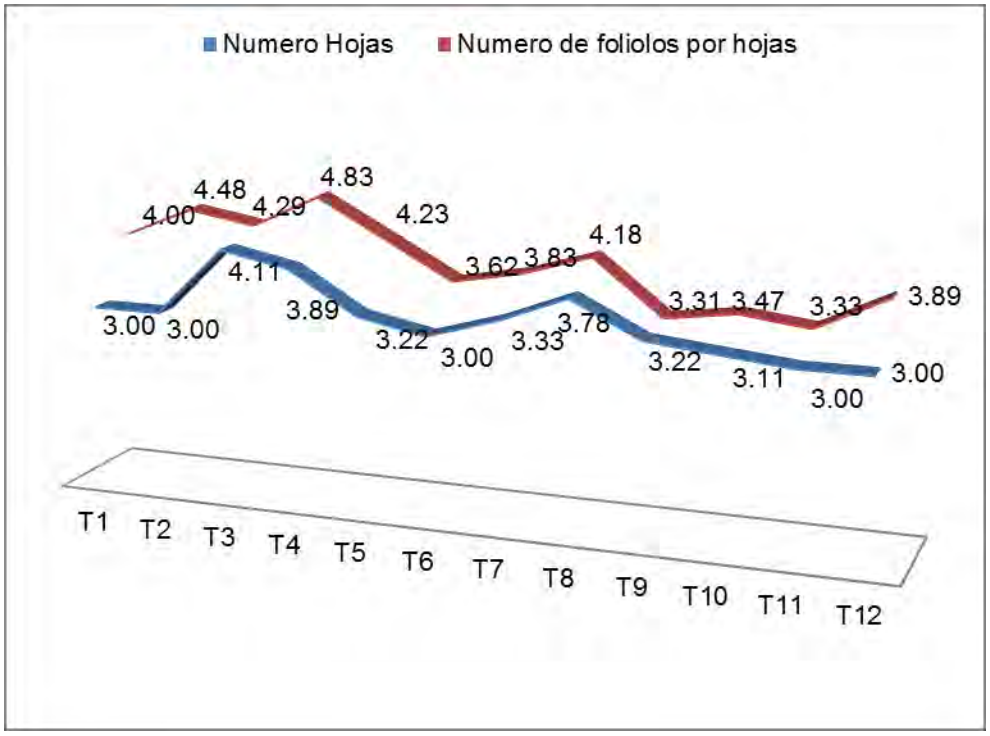


Figura 3. Numero de Hojas y Numero de Foliolos por Hojas para la producción de plántulas de Tomate CAE-FAZ-UJED 2013

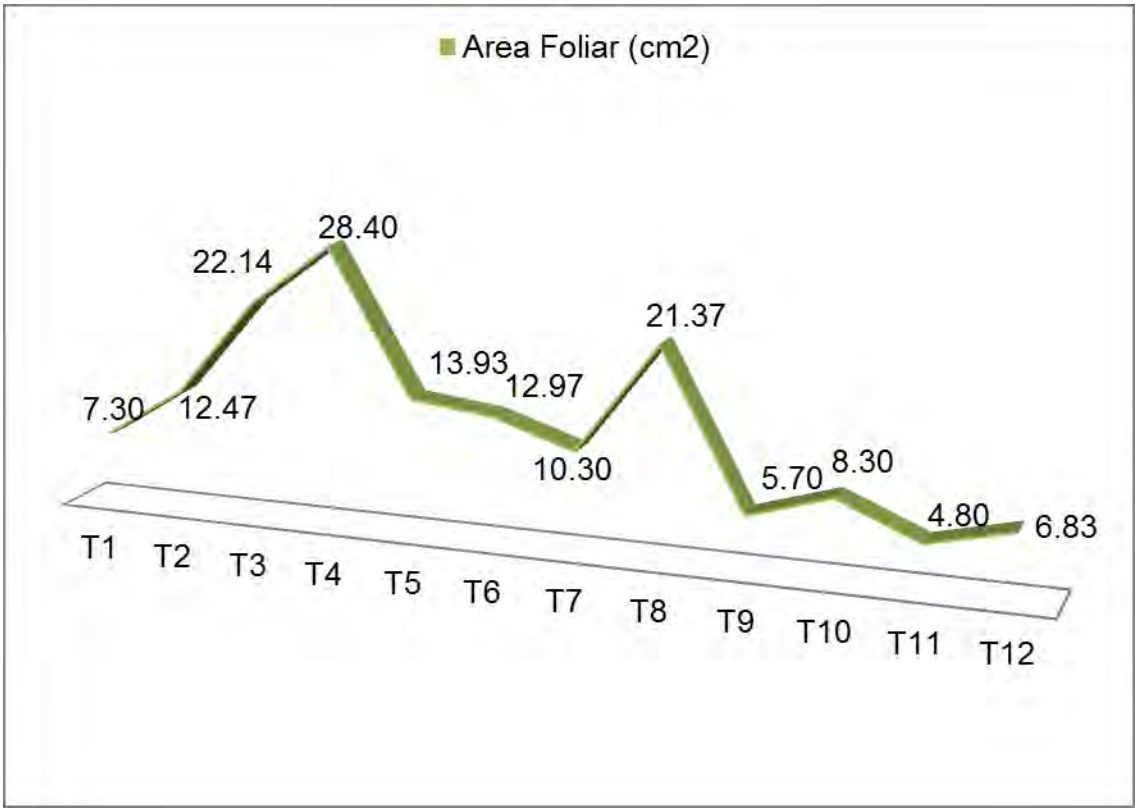


Figura 3. Área foliar (cm^2) para la producción de plántulas de Tomate CAE-FAZ-UJED 2013

CONCLUSION.

En las condiciones en las que se desarrolló el trabajo, la mezcla de 60/40 y concentraciones del 1.0% de Peat Moss con Vermicompost y lixiviado respectivamente logro satisfacer la demanda nutritiva del cultivo de Tomate en el almacigo, al registrar las mejores características en las variables evaluadas. El lixiviado en esta primera etapa no presenta valores de las variables para demostrar que puede sustituir a la fertilización química, pero si representa un manejo sustentable, ahorro en los costos de producción y amigable con el medio ambiente.

BIBLIOGRAFIA

Amado, Á. J. P., Ortíz F. P., 2003 Evaluación de fitohormonas, fertilizantes químicos y biológicos sobre la producción de Avena de temporal. “en” Abonos Orgánicos y Plasticultura edit. Enrique Salazar Sosa et al. Gómez Palacio Durango México, Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, COCyTED pág.166-187

Cabral V. F., Vázquez N. M., Gallegos P. A., Quevedo G. J. de D., Figueroa V. R., Hernández C. J. E., 2011 El uso de lixiviados de lombricomposta como alternativa ecológica y fertilización sintética en cuatro variedades de Avena (*Avena sativa*) en la producción de grano, “en” Memorias de la XXIII Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED Ed. Juan J. Martínez Ríos *et al* Gómez Palacio Dgo. México pág.1200 – 1206

Casco, C. A., Iglesias, M. C., 2005 Producción de biofertilizantes líquidos a base de lombricompuesto UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE Comunicaciones Científicas y Tecnológicas

Resumen: A-063 Corrientes. Argentina. Dirección electrónica http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/com2005/5-Agrarias/A-063.pdf (Consulta 16 de Febrero 2012)

Chávez C. J., Preciado, R. P., Orozco V. J. A., Segura C. M. A., González B. C., 2008 Alternativas de fertilización en el cultivo de tomate en invernadero "En" Memoria de la XX Semana Internacional de Agronomía Ed. Martínez R. *et al.* FAZ-UJED Gómez Plació Dgo. México ISBN 978-968-9304-23-4 pág.432-434

Fabela Z. A., García G. L., Rodríguez R. J. C., García R. E. A., 2009 Aplicación de vermicomposta liquida en el cultivo de lechuga bajo condiciones de invernadero "en" Memorias de la XXI Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED Ed. Rafael Zúñiga Tarango *et al* Gómez Palacio Dgo. México pág. 59 – 64

Moreno Mendoza O., Moreno Reséndiz A., Espinoza Toala M., Morales Velásquez J, 2010 Aplicación de vermicompost al tomatillo (*Physalis ixocarpa*. Brot) sustituyendo fertilizantes sintéticos "en" Memorias de la XXIII Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED Ed. Juan J. Martínez Ríos *et al* Gómez Palacio Dgo. México pág. 128 - 132

Moreno R. A., García C., Valdez R. V. M., Madero T. E., Preciado R. P., 2009 Producción de sandia con fertilización sintética y lixiviado de vermicompost "en" Memorias de la XXI Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED Ed. Rafael Zúñiga Tarango *et al* Gómez Palacio Dgo. México pág.639 – 643

Ortíz F. P., Amado, Á. J. P., 2003 Uso de biofertilizantes en avena de temporal en la sierra de Chihuahua. "en" Abonos Orgánicos edit. Enrique Salazar Sosa et al. Gómez Palacio Durango México, Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, COCyTED pág.174-192

Preciado, R. P., Fortis H. M., Rueda P. E. O., Ayala G. A. V., Chávez C. J., 2008 Calidad del fruto de tomate por efecto del tipo de fertilización en invernadero "En" Memoria de la XX Semana Internacional de Agronomía Ed. Martínez R. *et al.* FAZ-UJED Gómez Plació Dgo. México ISBN 978-968-9304-23-4 pág.428-431

Puentes M. J. L., Gutiérrez M. J., Moreno R. A., Ruiz de la R. J. de D., Carrillo A. J. S., Orozco V. J. A., 2011 Determinación de nitratos fosfatados y potasio en tomate fertilizado con lixiviado de vermicompost "en" Memorias de la XXIII Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED Ed. Juan J. Martínez Ríos *et al* Gómez Palacio Dgo. México pág. 483 - 485

Quesada R. G., Méndez S. C., 2005. Evaluación de sustratos para almácigos de hortalizas Revista; Agronomía Mesoamericana año/volumen 16 numero 002 Universidad de Costa Rica Alajuela Costa Rica ISSN: (Versión impresa) 1021-7444 pág. 171-183. Dirección electrónica: http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/437/43716207.pdf (Consulta 04 Julio 2012)

Ruiz M. M. 2011 Taller de elaboración de lombricomposta, porque tener lombrices nos beneficia a todos… Universidad Iberoamericana Biblioteca Francisco Xavier Clavigero México D. F. 23 pág Dirección electrónica: http://www.uia.mx/web/files/publicaciones/taller-de-lombricomposta.pdf (Consulta 15 de Febrero del 2012)

BALANCE NUTRIMENTAL Y RENDIMIENTO DE MELON APLICANDO FERTILIZANTES FOLIARES DE USO COMUN EN LA COMARCA LAGUNERA

[1]Adrián Fabela Zacarías, [1]Jesús Olague Ramírez, [1]Carlos Andrés Flores Márquez, [1]Leticia Alfaro Hernández y [2]Abel Rubini Ramírez Molina

[1]Profesor-Investigador del Instituto Tecnológico de Torreón
Email: fundamentos@live.com.mx
[2]Alumno Tesista de la Carrera de Ingeniería en Agronomía del ITT

INTRODUCCION

El melón, Cucumis meló L., es el principal cultivo hortícola de la región, con una superficie aproximada de 4,319 ha y un valor de la producción de $233 millones de pesos (el Siglo de Torreón, 2012). La mayoría de los agricultores de la comarca lagunera obtienen sus cosechas en el mes de junio, lo cual satura el mercado de melón y por consiguiente se reduce el precio (Espinoza, 2009). El melón es una hortaliza de gran demanda por su sabor y dulzura, cualidades que lo hacen atractivo en los mercados internacionales. En la mayoría de las plantaciones se utiliza también fertilización foliar, como complemento a la nutrición al suelo, para suministrar principalmente de micronutrientes y otros elementos que favorecen los procesos de floración, cuaje, llenado y calidad externa e interna del fruto. Se conoce que el potencial de obtener calidad a poscosecha y vida en anaquel de cualquier fruta fresca u hortaliza se determina mucho antes dela cosecha. Por lo tanto, el manejo cuidadoso y la implementación de prácticas adecuadas de manejo del cultivo, incluyendo la fertilización, tienen gran impacto en la calidad del producto cosechado. Si bien es cierto que la fertilización permite obtener altos rendimientos de fruta en melón, esto no garantiza que se logre a mismo tiempo óptima calidad. La aplicación de nutrientes en melón es una herramienta de manejo utilizada para suministrar nutrientes que el suelo es incapaz de proporcionarle a la planta (Nelson et al., 1985), o bien, aun estando presentes en el suelo, no pueden ser asimilados por bloqueo o antagonismo entre cationes como el Ca, Mg y K (Lester et al., 2005). Algunos compuestos pueden incrementar el área foliar y con ello propiciar mayor capacidad de síntesis (Akanbi et al., 2007); otros como el ácido salicílico pueden tener un efecto favorable, después de una condición estresante (Shi et al., 2006); la aspersión de fosfatos 0.1 M, puede funcionar como nutricional y fungicida (Reuveni y Reuveni, 1998). Sin embargo, en melón fertirrigado las aplicaciones de diferentes compuestos nutricionales, minerales, orgánicos, hormonales y activadores del metabolismo, tanto de aplicación foliar como al suelo, no se han documentado y se carece de información actualizada del efecto de estos productos en el desempeño agronómico del cultivo, en la calidad y rendimiento de fruto, en el contenido nutricional foliar o

en savia y la mayor densidad radical o de follaje. La fertilización constituye uno de los pilares fundamentales de la producción agrícola. Hoy no se concibe la explotación agrícola sin una adecuada fertilización que permita obtener del suelo toda la capacidad productiva dentro de las limitaciones que imponen las condiciones climatológicas en cada caso. De los factores que regulan el desarrollo y rendimiento de las plantas es quizás, la nutrición de las mismas, el más importante. Las raíces y tallos de las plantas terrestres son órganos funcionalmente separados, aunque dependientes. Estas crecen inmersas en un medio capaz de proporcionarles todos los factores de crecimiento; agua, dióxido de carbono, luz difusa, y todas las partes del vegetal son capaces de realizar las dos funciones básicas: absorción de nutrientes y fotosíntesis. No es de extrañar que las hojas de las plantas terrestres conserven parte de esta capacidad ancestral de toma de elementos. Los objetivos fueron: Evaluar la recomendación de fertilización basada en el análisis de suelo para el cultivo de melón con acolchado, fraccionando la aplicación en seis fases fenológicas importantes. Determinar contenido de calcio, magnesio y azufre en la planta de melón en tres diferentes etapas fenológicas importantes con adiciones de azufre.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se llevó a cabo en el 2013 en el Ejido La Flor de Mayo, Municipio de Matamoros, Coahuila. Los suelos de la Región Lagunera de acuerdo al Sistema Americano se sitúan dentro de los Aridosoles y del grupo Sierozem, estos 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 niveles estudiados para el fertilizante foliar fueron: tratamiento 1, 2 kg de 20-30 -10 más 1 lt de Stimplex, tratamiento 2, 3 kg de 20-30-10 más 1 lt de Stimplex, tratamiento 3, 2 litros de Bayfolan forte más 1 lt de stimplex , tratamiento 4, 3 litros de Bayfolan forte más 1 lt de Stimplex, tratamiento 5 es el testigo, el material estudiado fue el híbrido Cruiser de alto potencial productivo, con acolchado. Se empleó el método de análisis secuencial desde el inicio de crecimiento a maduración de fruto para determinar su estado nutrimental y poder establecer, los momentos en que se debe hacer aplicaciones de nutrimentos, en el ciclo de desarrollo del cultivo. De acuerdo a los factores y niveles de estudio, se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. El trasplante fue a los 40 días de edad de la planta, en camas de 4.80 m de ancho y a 30 cm entre plantas. El tamaño de la unidad experimental fue de 4.5 m^2 considerando un largo de 5 m y un ancho de .90 m. Se instaló plástico de ancho de 1.20 m y de color negro. La fertilización fue con base a la demanda nutrimental fraccionada en cuatro fechas, a través del riego utilizando como fuente de Nitrógeno (urea ácida), fósforo (ácido

fosfórico) y para potasio (KTS) o sulfato de potasio, se aplicó la dosis de fertilización 200-100-200 kg ha^{-1}.

Se realizaron los muestreos de suelo, agua y foliares en diferentes etapas fenológicas. Se tomaron datos de fenología del cultivo, rendimiento y calidad, sólidos solubles, análisis de suelos y agua y análisis de tejido foliar. Se utilizó el paquete estadístico SAS para analizar todos los datos que se obtuvieron del experimento. En el Cuadro 1 se muestran fechas y porcentajes de fertilización aplicada en el melón.

Cuadro 1. Porcentaje del total de fertilización, cultivo de melón en seis fechas, 2013.

Aplicación	Fecha	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %
Primera	1 de marzo	20	50	10			20
Segunda	15 de marzo	20	40	10			20
Tercera	1 de abril	10	10	20	50	50	20
Cuarta	15 de abril	10		30	50	50	20
Quinta	1 de mayo	20		20			20
Sexta	15 de mayo	20		10			

RESULTADOS Y DISCUSION

El Mg se encuentra en el rango de suficiencia y el Ca por encima del promedio. Considerando los resultados de otros autores como Locascio (2002) y Piggott (2002 los niveles de K se encuentran bajos, mientras que los de Ca en comparación con todos los valores reportados se encuentran altos. En este sentido, es de destacar que se ha comprobado que la concentración de K en los tejidos puede disminuir por un incremento en la concentración de Ca y viceversa, como consecuencia de un efecto antagónico. Así mismo, la concentración Ca ha disminuido a medida que aumentaron los niveles de N. La elevada concentración de Ca en todos los órganos de las plantas puede ser resultado que estas fueron cultivadas en suelos con alto contenido de este elemento, lo que promueve un consumo de lujo, es decir, que la planta continúa absorbiendo Ca en cantidades que exceden lo que requiere para su crecimiento óptimo. Esto

trae como resultado una acumulación del elemento en la planta sin incremento de cualquier actividad que involucre el Ca y por consiguiente sin aumento de crecimiento. El fierro (Figura 3) se comportó de forma normal.

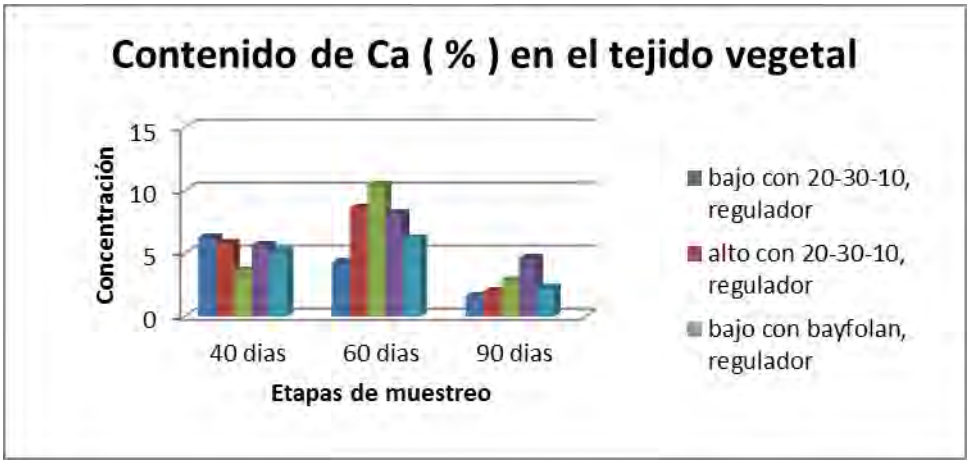


Figura 1. Contenido de calcio en el tejido vegetal.

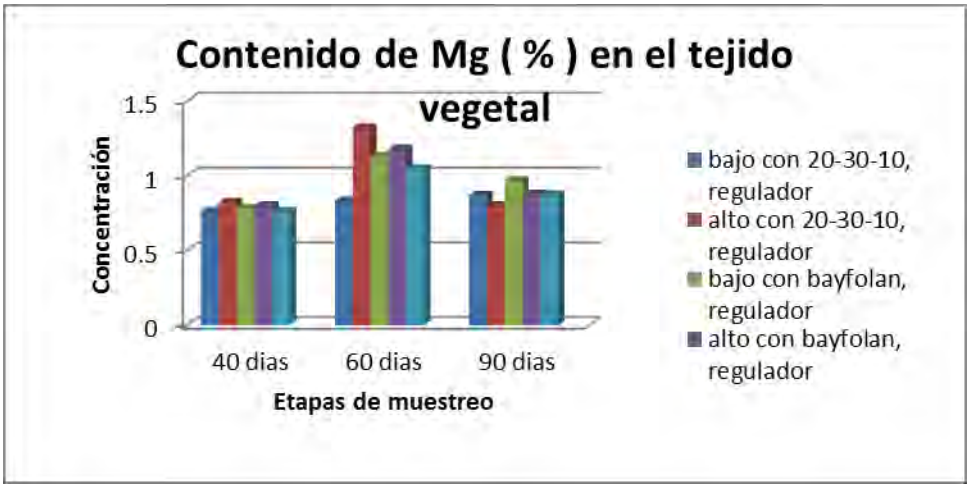
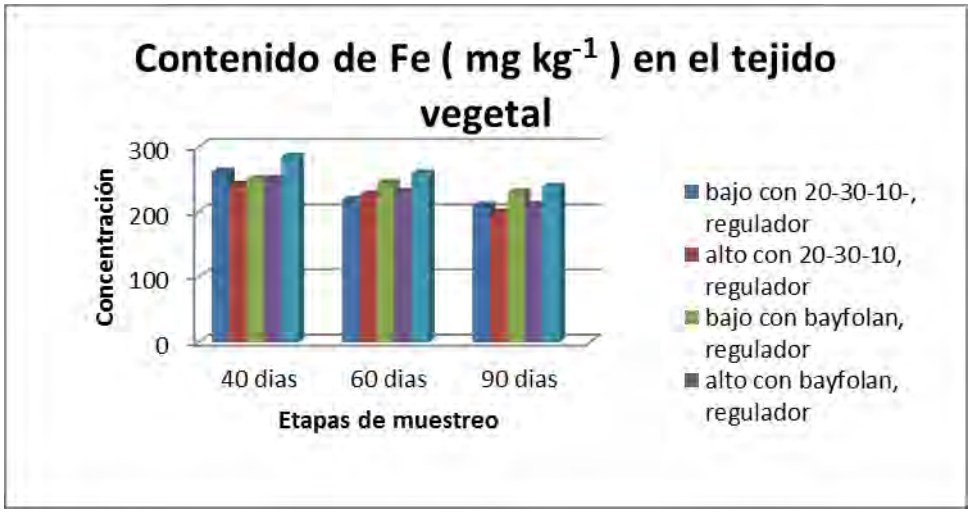


Figura 2. Contenido de magnesio en el tejido vegetal.



Bajo=nivel bajo de fertilizante foliar Alto=nivel alto de fertilizante foliar
Figura 3. Contenido de fierro en el tejido vegetal.

CONCLUSIONES

Es de destacar que se ha comprobado que la concentración de K en los tejidos puede disminuir por un incremento en la concentración de Ca y viceversa, como consecuencia de un efecto antagónico. Así mismo, la concentración Ca ha disminuido a medida que aumentaron los niveles de N. La elevada concentración de Ca en todos los órganos de las plantas puede ser resultado que estas fueron cultivadas en suelos con alto contenido de este elemento, lo que promueve un consumo de lujo, es decir, que la planta continúa absorbiendo Ca en cantidades que exceden lo que requiere para su crecimiento óptimo. El rendimiento de melón Cruiser fue de aproximadamente 59 t ha^{-1}.con el 70 % de fruto de primera calidad. El contenido de calcio, magnesio y azufre fue de 10,1.25 y 270 respectivamente.

BIBLIOGRAFIA

Akanbi, B. W.; Adebayo, T. A.; Togun, O. A.; Adeyeye, A. S. and Olaniran, O. A. 2007. The use of compost extract as foliar spray nutrient source and botanical insecticide in *Telfairia occidentalis*. World Journal of Agricultural Sciences. 3(5):642-652.

Bhardwaj, L. H. 2006. Muskmelon and sweet corn production with legume cover crops. Hort Sci. 41:1101-1366.

Castellanos, J. Z. 1997. Las curvas de acumulación nutrimental en los cultivos hortícolas y su importancia en los programas de fertirrigación. Memorias 2º Simposium

Flores, A. 2005. Kicking up nutrients in melóns and income in growers pockets consumers get a better tasting, sweeter melon, and one that can helpn boost their intake of beta-carotene and vitamin C. Agricultural Research.

Fonseca, J. M. 2005. Yield and postharvest quality of Cantaloupe melons as affected by calcium foliar applications. Vegetable Report, University of Arizona, College of Agriculture and Life Sciences.

García, G. L., García, L. G. y Aguirre, G. R. 1998. Diagnóstico nutrimental en chile serrano en suelo serie Coyote de la Comarca Lagunera. Memorias de XXIX Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Tapachula de Córdova y Ordoñez, Chiapas, México. p. 93.

INPOFOS. 2003. Absorción aproximada de nutrientes por las plantas (Parte 1). Potash Phosphate Institute. Georgia. pp. 15-17 [Links]

Jones, Jr., J. B. Wolf y H. Mills. 1991. Plant Analysis Handbook. Micro-Macro publishing. Athens, Georgia. pp. 213. [Links]

Lester, E. G.; Jifon, J. L. and Rogers, G. 2005. Supplemental foliar potassium applications during muskmelon fruit development can improve fruit quality, ascorbic acid, and beta-carotene contents. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 130:487-653.

Locascio, S. y C. Houchmuth. 2002. Watermelon production as influenced by lime, gypsum and potassium . Hort. Sci. 37 (2):322324 [Links]

Preciado, P., G. Baca, J. Tirado, J. Kohashi-Shibata, L. Tijerina y A. Martinez. 2002. Nitrógeno y potasio en la producción de plántulas de melón. Terra 20(3):267276. [Links]

Reuveni, R. and Reuveni, M. 1998. Foliar-fertilizer therapy a concept in integrated pest management. Crop Protection. 17(2):111-118.

SAS, Institute. 1994. The SAS system for Windows. Release 6.10. Cary, NC.

Tysdale S. L. y W. L. Nelson. 1998. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Primera edición en español UTEHA. Mexico. 760p. [Links]

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO, NITRÓGENO AMONIACAL Y UREICO EN CABRAS GESTANTES Y EN CRECIMIENTO EN PASTOREO DE ESQUILMO DE ALGODONERO

Serrato Corona, J.S. De la Torre Vargas, F., García Sánchez, D. y Castellanos Pérez, E,

Facultad de Agricultura y Zootecnia - UJED

INTRODUCCIÓN

La explotación del ganado caprino en la Comarca Lagunera, depende parcialmente del uso de residuos agrícolas como fuente de nutrientes (Salinas y Sáenz, 1982), por lo que después de la cosecha de los principales cultivos, los esquilmos coadyuvan en el sostenimiento del hato. Una alternativa económica y factible es el pastoreo de esquilmo de algodonero desde octubre hasta diciembre. En la Comarca Lagunera se sembraron 19,327 ha de algodonero y se obtuvo una producción de 86,216 ton (SAGARPA, 2012). NRC (1983) y Lal (1995) reportan que la producción de esquilmos es igual o mayor al producto primario, por lo que conservadoramente se dispone de más de 100,000 ton de esquilmos de algodonero. La disponibilidad de esquilmo de algodonero coincide con la época en que los animales se encuentran a final de la gestación e inician los partos, etapas fisiológicas que incrementan considerablemente sus necesidades nutricionales. En la Región es común el uso del esquilmo de algodonero como alimento para rumiantes, sin embargo no se ha medido el comportamiento del ganado, por lo que el actual trabajo pretende generar información sobre el uso del esquilmo de este cultivo como alimento para el ganado en diferentes etapas fisiológicas y determinar las necesidades de implementar un programa de suplementación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Ej. Valle de Eureka, Dgo. Municipio de Gómez Palacio, localizado a 25°49´24.43´´ N 103°23´53.24´´O a una elevación de 1106 msnm (Google Earth, 2012). El periodo experimental se inició el 24 de octubre de 2011 y terminó el 5 de diciembre del 2011. Se utilizaron 16 cabras encastadas con Saanen de diferente estado fisiológico: ocho cabras en el segundo tercio de gestación, con un peso inicial de 47.2±2.9 kg y una edad de 3 años en promedio, y ocho cabras en crecimiento con un peso inicial promedio de 29.2±1.59 Kg y una edad de 7 meses promedio. Antes de iniciar el estudio las cabras fueron vitaminadas con complejo A D y E y desparasitadas interna y externamente con ibermectina® con una dosis de 1 ml por cada 10 kg de peso vivo, aplicada vía intramuscular. Las cabras fueron trasladadas diariamente al área de pastoreo en donde se mantuvieron 4 horas diarias

durante los 40 días del experimento. El área de pastoreo fue de dos hectáreas. Durante el desarrollo del experimento se recolectaron muestras de forraje al inicio, mitad y final para determinar el contenido de MS, cenizas, proteína, FAD y FND.

Se realizó una recolección de líquido ruminal los días 3, 20, y 40 del experimento. Antes de cada recolección de las muestras se restringió el acceso al agua, los muestreos se realizaron a la 15:00 pm. El líquido ruminal se recolectó por medio de una sonda esofágica. Después de la recolección el líquido ruminal se filtró utilizando gasa con cuatro dobleces y se colocó en tubos cónicos graduados con capacidad de 15 ml, los cuales contenían 2 ml de ácido clorhídrico al 50% como acidificante, posteriormente se almacenaron a -20 ºC para su posterior análisis. De la misma forma los días 3, 20 y 40 del periodo experimental se realizó la recolección de muestras sanguíneas, mediante punción de la vena yugular del cuello por medio de tubos con vacío de 8 ml de capacidad, después se centrifugaron y el suero fue almacenado a -20 ºC, hasta su análisis. Los datos obtenidos respecto al cambio de peso corporal, promedio de nitrógeno amoniacal y nitrógeno ureico se analizaron mediante una prueba de T Student con un nivel de confianza del 5 %.

RESULTADOS y DISCUSIÓN

Aunque no se determinó cuantitativamente el consumo de alimento por las cabras se pudo apreciar mediante observación directa una buena aceptación del esquilmo de algodonero al inicio del experimento. El pastoreo del esquilmo se inició inmediatamente después de la cosecha del algodón por lo que las plantas aún presentaban una coloración verde en las hojas principalmente. Sin embargo, el consumo de esquilmo tendió a disminuir a través del periodo experimental como consecuencia de una mayor madurez fisiológica en las plantas. En el Cuadro1 se muestra la composición química de las hojas del algodonero al inicio y al final del periodo experimental, donde se aprecia un aumento en la concentración de los componentes fibrosos y una disminución en el contenido de proteína al incrementar la madurez de las plantas.

Cuadro 1. Composición química de esquilmo de algodonero al inicio y al final del pastoreo con cabras en crecimiento y en gestación.

Componente	Contenido, %	
	Inicio	Final
Materia seca	93.0	92.7
Cenizas	22.5	19.0
Proteína cruda	11.2	5.0
FAD	9.76	31.66
FND	17.2	33.14

En la Figura 1 se muestran los pesos de las cabras en crecimiento al inicio y final del trabajo, como se puede apreciar las cabras mantuvieron su peso corporal, ya que aumentaron 2.1 g por cabra por día través del periodo experimental. Las cabras gestantes mostraron una tendencia similar a las cabras en crecimiento en el peso. Sin embargo, el cambio de peso en estas cabras fue de 56.2 g por cabra por día durante el estudio. Al comparar el cambio de peso entre las cabras de diferente etapa fisiológica, la cabras gestantes mostraron un mayor incremento de peso ($P < 0.01$) que las cabras en crecimiento.

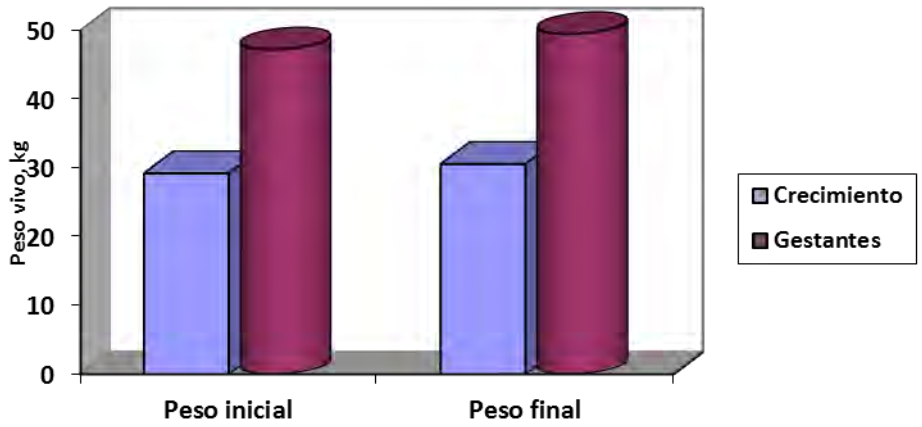


Figura 1. Peso promedio de cabras gestantes y en crecimiento en pastoreo de esquilmo de algodonero.

La tendencia en el peso corporal de las cabras durante el desarrollo del experimento se puede explicar al menos parcialmente por el cambio en la disponibilidad y calidad del alimento disponible en el área de pastoreo. Las necesidades de proteína y energía para cabras en crecimiento y gestación para cabras con pesos similares a los utilizados en este experimento son de 4.28 Mcal/día (EM) y 192 g/día (PC) en cabras gestantes y 1.8 Mcal/día (EM) y 69 g/día para cabras en crecimiento por lo que teóricamente deberían consumir de 7 a 9 kg y 3 a 5 kg de forraje (NRC, 1981) respectivamente, para satisfacer sus necesidades y consecuentemente evitar la pérdida de peso.

La Figura 2 muestra la concentración de nitrógeno amoniacal ($N\text{-}NH_3$) promedio en líquido ruminal, cuando las cabras son alimentadas con esquilmo de algodonero como alimento único en la dieta. No se apreció diferencia ($P > 0.05$) en la concentración de $N\text{-}NH_3$ en el ambiente del rumen entre las cabras en crecimiento y las gestantes. La concentración óptima para la síntesis de proteína microbiana se encuentra entre 5.6 y 10.0 mg de $N\text{-}NH_3$/100 mL de fluido ruminal, siempre que la disponibilidad de energía no limite el ecosistema ruminal (Van Soest 1994). Los

resultados se encuentran por debajo de los rangos aceptables por lo que los animales no dispusieron de cantidades adecuadas de nitrógeno para la síntesis de proteína microbiana.

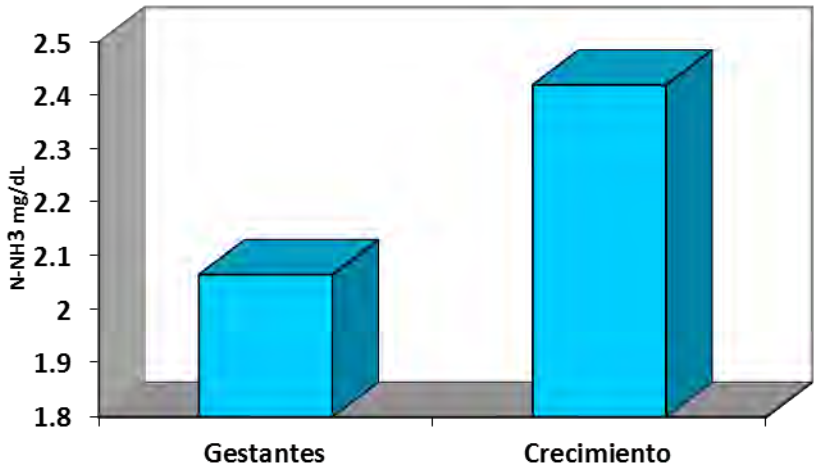


Figura 2. Concentración promedio de N-NH_3 en líquido ruminal de cabras gestantes y en crecimiento en pastoreo de esquilmo de algodonero como alimento único en la dieta.

En la Figura 3 se muestra la concentración de nitrógeno amoniacal en líquido ruminal a través del tiempo, inicio, intermedio y final del periodo experimental. Se puede apreciar una tendencia decreciente a través del periodo experimental en las cabras de ambos estados fisiológicos. La concentración de N-NH_3 disminuyó de 2.66 mg/dL al inicio del experimento a 1.81 mg/dL al final del periodo experimental en cabras gestantes y de 2.44 mg/dL al inicio del experimento a 2.87 mg/dL al finalizar dicho experimento en cabras en crecimiento. La concentración de N-NH_3, fue similar entre el muestreo intermedio y final del periodo experimental lo que indica una disminución en la disponibilidad de alimento para el ganado. No se observó diferencia ($P > 0.05$) en la concentración de nitrógeno amoniacal entre cabras en crecimiento y cabras gestantes. La posibilidad de utilizar el amoníaco permite a los microorganismos del rumen reciclar cantidades importantes de urea, provenientes del metabolismo intermediario del animal, como fuente de N, esta adaptación evolutiva de los rumiantes reduce efectivamente el mínimo de N requerido e incrementa el período de supervivencia de los animales subalimentados (Nolan y Dobos, 2005). Las concentraciones de nitrógeno amoniacal en liquido ruminal encontradas en este experimento no rebasaron los 3.0 mg en 100 N-NH_3 que indica Nolan y Dobos (2005) como mínimo para una adecuada síntesis de proteína microbiana. La concentración óptima para la síntesis de proteína microbiana se halla entre 5.6 y 10.0 mg de N-NH_3/100 mL de fluido ruminal, siempre que la disponibilidad de energía no limite el ecosistema ruminal (Van Soest, 1994). Cuando la cantidad de amoniaco es alta el exceso de amoníaco se

absorbe por medio de las paredes del tracto digestivo, posteriormente se transforma en urea en el hígado. La urea producida se puede reciclar al rumen para utilizarse por parte de los microorganismos o se excreta en la orina del animal (Wallace et al., 1999).

En la Figura 4, se observa que la concentración de nitrógeno ureico promedio entre las cabras en crecimiento y cabras en gestación, con valores de 20.72 mg/dL y 21.21 mg/dL, respectivamente. En general, las concentraciones de nitrógeno ureico se encuentran dentro del rango fisiológico normal para caprinos reportado por Dukes (1995) y Morros (1976) quienes reportan un rango aceptable de 13-28 mg/dL de nitrógeno ureico en caprinos. La concentración de nitrógeno ureico o urea en la sangre depende principalmente de la cantidad de nitrógeno amoniacal proveniente del retículo-rumen y de la capacidad del hospedero para reciclar la urea a través de la sangre y la saliva después de haber sido sintetizada por el hígado (Wallace et al., 1999).

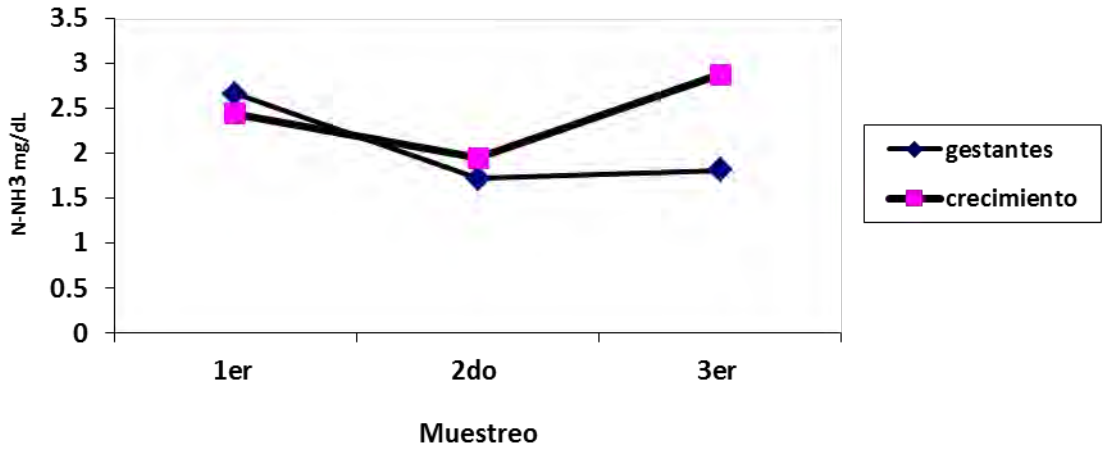


Figura 3. Concentración de N-NH_3 en líquido ruminal en cabras gestantes y en crecimiento en pastoreo de esquilmo de algodonero a través del experimento durante 3 etapas de muestreo.

CONCLUSIONES

El experimento realizado muestra que el esquilmo de algodonero no es un alimento que pueda aportar por si solo la cantidad de nitrógeno necesaria para mantener caprinos en crecimiento o en gestación. Los resultados sugieren la necesidad de ofrecer un suplemento alimentico para corregir las deficiencias de proteína tanto en cabras en crecimiento como en aquellas gestantes.

BIBLIOGRAFÍA

Dukes, H.H. 1995. The physiology of domestic animals. 7th edition. Comstock Publishing Associates. Ithaca New York. P. 49.

Google Earth. 2012. Buscador Google. www.google.com.mx/sateiltemapas-325/earth_

Lal, R. 1995. The role of residue management in sustainable agricultural systems. J. Sustain Agric. 5:51 - 78.

Morros, S.J. 1976. Elementos de fisiologia. 9ª edicion. Editorial Cientifico-Medica. Madrid España. P.385

Nolan, J.V. & Dobos, R.C. 2005. Nitrogen Transactions in Ruminants. En: Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism. 2nd Edition. CAB I nternational. Wallingford, UK. p. 137

NRC. 1981. Nutriment Requeriments of Goats. Angora, dairy and meat goats intemperate and tropical countries. P.45. number 15.

NRC. 1983. Underutilized Resources as Animal Feedstuffs. National Academy Press. Washington, D.C.

SAGARPA. 2012. Resumen 2011. Producción pecuaria en la Región Lagunera. El siglo de Torreón. Edición especial (suplemento). Enero 1, 2012. p. 26.

Van Soest, P.J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. Cornell University Press. Ithaca, NY. p. 261

Wallace, R.J., Atasoglu, C. & Newbold, C.J. 1999. Role ofpeptides in rumen microbial metabolism. Review Asian-Aust.J. Anim. Sci. 12:139

COMPOSICIÓN QUÍMICA Y PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE CUATRO CULTIVOS ALTERNATIVOS Y DOS TRADICIONALES EN LA COMARCA LAGUNERA

Serrato Corona, J.S., Reta Sánchez J.G. y Ortiz Ángel M.

Facultad de Agricultura y Zootecnia – Universidad Juárez del Estado de Durango

INTRODUCCIÓN

La producción de forrajes de calidad en Comarca Lagunera es una necesidad para satisfacer las necesidades de nutrientes para el ganado especializado para producción de leche. Esta cuenca lechera se sitúa en un área en donde los mantos acuíferos están sobre explotados, con un abatimiento estimado de 1.5 m por año (Sánchez *et al*., 1998). Además, la producción regional de forraje está basada en pocos cultivos, entre los que destaca la alfalfa, especie leguminosa de alta calidad forrajera (Núñez, 2000); sin embargo, presenta una baja eficiencia en el uso del agua (Moreno *et al*., 2000). Una alternativa poco investigada para incrementar la producción de forraje sin afectar los recursos naturales es el uso de cultivos alternativos con buena calidad de forraje, buena adaptación a las condiciones ambientales y sistemas de producción, así como también una buena aceptación por el ganado. El establecimiento de nuevas especies forrajeras podrían entre otros beneficios disminuir el riesgo de daños por plagas y enfermedades, expandir mercados, reducir las importaciones, mejoramiento de la dieta del ganado, y el establecimiento de las nuevas industrias basadas en nuevos productos (Janick *et al*., 1996). Por lo que se realizó un estudio para determinar el contenido químico y el potencial productivo de cuatro cultivos forrajeros alternativos en comparación a dos especies forrajeras tradicionales para la época otoño-invierno en la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en el Campo Experimental La Laguna del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, localizado en Matamoros, Coahuila, México (25° 32´ LN, 103° 14´ LO y 1150 msnm), en un suelo de textura franco arcillosa. La preparación del terreno consistió de un barbecho, rastreo, nivelación y trazado de parcelas. Antes de la siembra se aplicó una dosis de 50 kg de N y 100 kg de P_2O_5 ha^{-1}, utilizando como fuente fosfato monoamónico granulado. La siembra se realizó en seco el 24 de noviembre, y el siguiente día se aplicó el riego de siembra. El tamaño de la parcela experimental fue de 3.7 x 2.7 m (10m^2), con 12 surcos a 0.20 m cada una. En la siembra se fertilizó con 70 kg N ha^{-1} en el primero y segundo riego de auxilio a los 36 y 51 días después de la siembra (dds), utilizando urea como fuente. Se aplicó un sobre riego el 5 de diciembre (10 dds) para facilitar la

emergencia de plántulas, durante el ciclo de crecimiento se aplicaron cinco riegos de auxilio a los 36, 51, 67, 84 y 101 dds.

Las cosechas se realizaron en dos fechas: En la primera (101 dds) se cosecharon las siguientes especies: triticale 100, triticale 61, triticale 'Eronga', canola 'IMC205', centeno 55, cebada 'BV1946', cártamo 'Gila' y remolacha 'Roja Gigante'. En la segunda fecha (117 dds) se cosecharon remolacha 'Roja Gigante', y cártamo 'Gila'. La parcela útil fue de 6 surcos de 2 m de longitud. La muestra para determinar el porcentaje de materia seca (MS) fue de 1 m lineal en la parcela útil de cada parcela experimental. Estas plantas se secaron en una estufa de aire forzado a una temperatura de 60 °C hasta alcanzar peso constante. El rendimiento de MS se determinó multiplicando el rendimiento de forraje verde por el porcentaje de MS obtenida en cada parcela.

El análisis bromatológico de los forrajes se realizó en el laboratorio de nutrición de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Las muestras se molieron en un molino Wiley con una malla de 1 mm. Se utilizaron 0.5 gramos de cada forraje para las determinaciones correspondientes. Se determinó la concentración de fibra detergente ácido (FDA), fibra detergente neutro(FND), proteína cruda (PC), materia seca (MS) y cenizas. Las muestras fueron analizadas para FDN de acuerdo con el procedimiento de Van Soest *et al*. (1991) y Kjeldahl para N (Bremner, 1996). Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con 10 tratamientos y cuatro repeticiones. Se hicieron análisis de varianza para los datos de rendimiento y características de la calidad de forraje ($P \leq 0.05$) y para comparar las medias se utilizó la prueba de diferencia mínima significativa ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento de materia seca entre las especies evaluadas fue diferente ($P < 0.0001$). El cultivo sobresaliente fue la remolacha de segundo corte, el cual obtuvo un rendimiento total (parte aérea y raíz) de 11,117 kg ha^{-1} seguido por cártamo de segundo corte con 9,601 ha^{-1}. Ambas especies superaron en rendimiento a las especies tradicionales, triticale (7,245 kg ha^{-1}) y cebada (7,384 kg ha^{-1}) como se observa en la Figura 2. Los rendimientos de MS en los otros cultivos alternativos como cártamo de primer corte (8,179 kg ha^{-1}), remolacha de primer corte (7,884 kg ha^{-1}) y canola (7,396 kg ha^{-1}) tuvieron rendimientos iguales estadísticamente a los cultivos tradicionales, triticale y cebada. El cultivo con menor rendimiento de MS fue el centeno con 6,945 kg ha^{-1}, el cual fue estadísticamente igual a las especies tradicionales y canola, pero inferior a cártamo en los dos cortes y a remolacha de segundo corte (Figura 2).

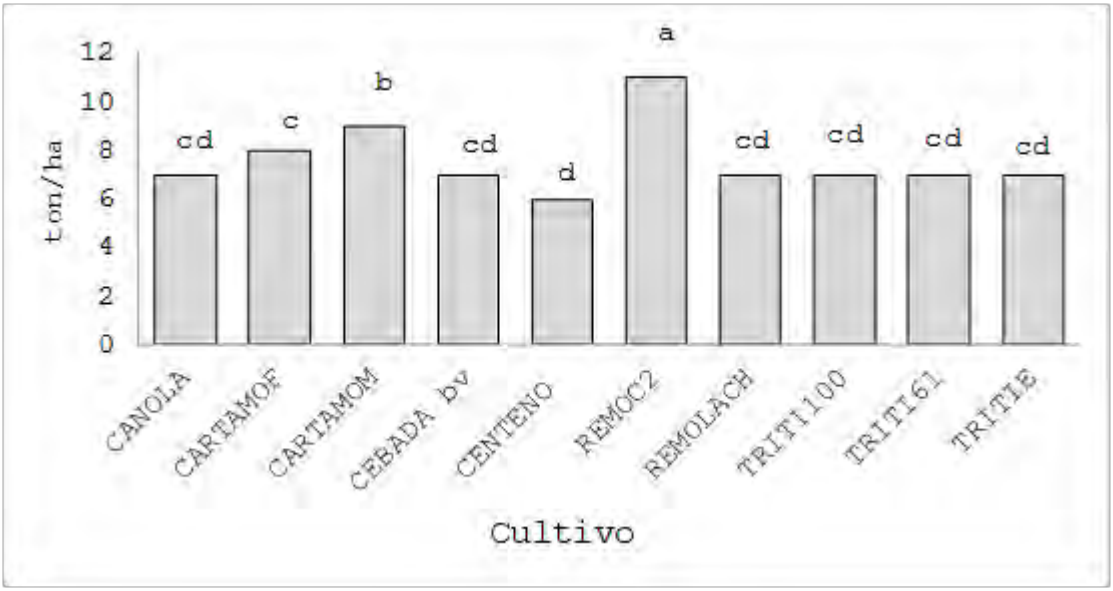


Figura 1. Rendimiento de materia seca de cultivos alternativos y tradicionales establecidos en la Comarca Lagunera, ciclo otoño-invierno. Medias en cada columna seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes (DMS ≤ 0.05). Cultivos de izq. a der.: Canola, cártamo cosecha 1, cártamo cosecha 2, cebada, centeno, remolacha cosecha 2, remolacha cosecha 1, triticale 100, triticale 61, y triticale eronga.

El contenido de materia seca fue diferente ($P < 0.0001$) entre cultivos. Los cultivos con menor contenido de materia seca fueron la canola y el cártamo de primer corte con 95.26% y 95.43%, respectivamente, mientras que el resto de los cultivos mostró un comportamiento similar entre ellos como se observa en el Cuadro 2. El contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) en los cultivos evaluados fue diferente ($P < 0.0001$). Las especies forrajeras analizadas que registraron los valores más altos fueron centeno 55 y cebada BV1946, con 66.75%, 60.06%, respectivamente. Los cultivos que mostraron la menor concentración de FND fueron los diferentes tipos de remolacha, como se observa en el Cuadro 2. En general, los cultivos alternativos remolacha forrajera, canola y cártamo presentaron menores concentraciones de FND que los cultivos tradicionales, triticale y cebada. McCartney y Vaage (1994) encontraron similares concentraciones de FND en el forraje de triticale a los encontrados en este estudio. Carr et al. (2004) reporta concentraciones similares de FDN en cebada y avena cultivados bajo condiciones de secano a los encontrados en este estudio. Sin embargo, McCartney y Vaage (1994) reportan niveles mas bajos de FND en forraje de avena (51.4%) cosechada cuando el grano estaba en estado lechoso. La concentración de fibra ácido detergente (FAD) fue diferente ($P < 0.0001$) entre los cultivos evaluados. Los cultivos con más alto contenido de FAD fueron cebada y centeno con valores de 40.42% y 39.41%, respectivamente; mientras que las

especies que obtuvieron valores más bajos fueron la remolacha de segundo corte, remolacha primer corte y remolacha raíz con 15.35%, 12.48% y 11.79, respectivamente en ese orden. Los cultivos forrajeros restantes mostraron un contenido de FAD intermedio. En el ensilado de triticale cosechado al momento de la emergencia de espiga, la concentración de FAD fue de 38% (NRC, 1989). Este valor es superior al contenido de FAD obtenido en el presente estudio. Reta *et al*. (2008) reporta que un rango de 17.6 a 44.2% de FDA en diferentes forrajes alternativos. Las especies forrajeras analizadas presentaron un contenido diferente ($P < 0.0001$) de proteína cruda (PC), como se observa en el Cuadro 2. Los cultivos que registraron una mayor concentración de proteína cruda fueron: remolacha primer corte que alcanzó un valor de 25.60%, canola con contenidos proteicos de 24.89% y posteriormente cártamo de primer corte el cual alcanzó un contenido de 22.87%; por el contrario, las especies forrajeras que obtuvieron un valor bajo en proteína fueron: triticale Eronga con 9.19%, luego cebada con un promedio de 9.13% y finalmente el centeno ya que obtuvo un contenido de 8.73%. Los contenidos de PC en los otros cultivos fluctuaron entre 10.53 y 18.75%. McCartney y Vaage (1994) reportan contenidos similares de PC en triticale a los encontrados en este estudio. Reta *et al*. (2008) obtuvieron en remolacha contenidos de PC de 26.7% los cuales son similares a los observados en el presente trabajo.

Cuadro 2. Composición química (%) de forrajes tradicionales y alternativos establecidos en otoño-invierno en la Comarca Lagunera.

Cultivo[1]	**MS**[†]	**C**	**FDN**	**FDA**	**PC**
Canola	95.26^{c‡}	18.83^{c}	34.48^{g}	31.46^{c}	24.89^{ab}
Cártamo cosecha 1	95.43^{c}	17.17^{d}	39.54^{f}	34.08^{b}	22.87^{b}
Cártamo cosecha 2	95.96^{b}	14.51^{f}	44.01^{e}	35.48^{b}	18.75^{c}
Cebada	96.01^{b}	16.06^{e}	60.06^{b}	40.42^{a}	9.13^{d}
Centeno 55	96.16^{b}	12.84^{g}	66.75^{a}	39.41^{a}	8.73^{d}
Remolacha cosecha 2	96.00^{b}	26.11^{b}	22.84^{i}	15.35^{d}	16.73^{c}
Remolacha cosecha 1	96.19^{b}	27.27^{a}	22.00^{i}	12.48^{e}	25.60^{a}
Remolacha raíz	96.12^{b}	18.30^{c}	26.82^{h}	11.79^{e}	10.53^{d}
Triticale 100	96.95^{a}	16.33^{e}	53.09^{d}	34.98^{b}	12.04^{d}
Triticale 61	97.36^{a}	16.37^{e}	52.26^{d}	34.54^{b}	12.54^{d}
Triticale Eronga	96.40^{b}	16.39^{e}	55.28^{cd}	35.10^{b}	9.19^{d}
Probabilidad	0.05	0.03	0.05	0.04	0.04

[†] MS = materia seca; C = cenizas; FDN = fibra detergente neutro; FDA = fibra detergente ácido; PC = proteína cruda.

[abcdefghi]Medias dentro de cada columna seguidas con la misma letra no sonsignificativamente diferentes (DMS ≤ 0.05).

CONCLUSIONES

Los cultivos forrajeros alternativos evaluados igualan o superan a los forrajes como cebada y triticale en producción de forraje y contenido químico. El contenido fibroso de los forrajes alternativos fue en general menor que el de los forrajes tradicionales; por el contrario el nivel de proteína fue mayor en los forrajes alternativos. El forraje de remolacha mostró 10% más de cenizas que los forrajes tradicionales; en tanto que la canola tuvo 2.5% más cenizas que los forrajes tradicionales, lo que se traduce en menor contenido de materia orgánica. Lo anterior plantea la posibilidad de incluir cultivos forrajeros alternativos como canola, cártamo y remolacha en los sistemas de producción de forraje en la Comarca Lagunera.

BIBLIOGRAFÍA

Bremner, J.M. 1996. Nitrogen-total. *In*: Methods of soil analysis: Part 3. D.L. Sparks (ed).SSSA Book ser. 5. SSSA, Madison, WI.p: 1085-1121

Carr, P.M., Horsley, R.D., and W.W. Poland. 2004. Barley, oat and cereal-pea mixtures as dry land forages in the Northern Great Plains. Agron. J. 96:677-684.

Janick, J., M.G. Blase, D.L. Jhonson, G.D. Jolliff, and R.L. Myers. 1996. Diversifying U.S. crop production. In: J. Janick (ed). Progress in new crops.ASHS Press, Alexandria, VA.pp.98-109.

McCartney, D. H. and A.S. Vaage. 1994. Comparative yield and feeding value of barley, oat and triticale silage. Can. J. Anim. Sci. 74: 91-96.

Moreno Díaz, L., D. García Arellano y R. Faz Contreras. 2000. Manejo del riego en la alfalfa. En: Núñez, H., G., Y.I. Chef M., I. Reyes J., H.J. Godina G. (Eds). Producción y utilización de la alfalfa en la zona norte de México. Libro Técnico No.2. SAGAR-INIFAP-CIRNOC-CELALA.pp. 109-132.

NRC. 1989. Nutriment Requirements of Dairy Cattle. Sixth edition. National Academic Press. Washington, D.C.

Núñez, H.G. 2000. Valor nutritivo de la alfalfa. En: Núñez, H., G., Y.I. Chef M., I. Reyes J., H.J. Godina G.(Eds). Producción y utilización de la alfalfa en la zona norte de México. Libro Técnico No.2. SAGAR-INIFAP-CIRNOC-CELALA. p. 109-132.

Reta, S.D.G., Serrato, C.J.S., Figueroa, V.R., Cueto, W.J., Berúmen, P.S. y C.J. Santamaría. 2008. Cultivos alternativos con potencial de uso forrajero en la Comarca Lagunera. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Matamoros, Coah. P. 101-105.

Sánchez Cohen, I., J.L. González Barrios y L. Descroix. 1998. Situación actual y perspectivas del recurso hídrico en la Región Hidrológica No.36. Análisis fundamentado En investigación científica. Informe Proyectos CENID RASPA ORSTOM. Gómez Palacio. Dgo. México.

Van Soest, P.J., J.B. Robertson and B.A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral y detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74:3583- 3597.

ESTUDIO DE COMPORTAMIENTO DE HIBRIDOS DE MAIZ FORRAJERO PARA LA COMARCA LAGUNERA

Olague R.J.[1*], Hernández R.J.C.[2] Montemayor T.J.A.[1], Flores H.N.[1], Alfaro H.L.[1]

[1] Instituto Tecnológico de Torreón, carretera Torreón-San Pedro km. 7.5, Torreón, Coah. México. Correo electrónico: jolaguer24@hotmail.com. [2] Estudiante de la carrera de Ing. En Agronomia Del Instituto Tecnológico de Torreón.

INTRODUCCION

El maíz es uno de los forrajes de mayor uso para alimentación de los rumiantes en los países de Europa del norte, Estados Unidos y Canadá, su uso se ha extendido hacia el sur de Chile, posee un alto potencial de rendimiento por superficie sembrada, se usa principalmente como ensilaje debido a su alto contenido energético. Los forrajes forman la base de las raciones para ganado lechero y proporcionan la energía esencial para la dieta (Jugenheimer, 1981). Con frecuencia, la calidad del forraje es el principal factor limitante en la producción de leche debido a la presencia de fibras. Este factor puede ser superado por medio de suplementación, la cual es costosa. A nivel mundial los Estados Unidos ocupan el primer lugar en producción de maíz con el 38%, Chile 21%, Brasil 7%, México 3% y Francia el 2%. La Comarca Lagunera, a nivel nacional, es una de las cuencas lecheras mas importantes, donde se siembran anualmente un promedio de 15,000 ha de maíz forrajero, en ella se explota un hato de más de 410 mil cabezas de ganado (224,004 en producción) por lo que es necesario contar con forraje de calidad que satisfaga la necesidad de nutrición de los animales en producción; el 90 % con híbridos comerciales de compañías multinacionales desarrollados para otras regiones del país (INIFAP, 1999). En los últimos 10 años se han evaluado mas de 150 híbridos diferentes de maíz forrajero, identificándose materiales con buenas características de rendimiento y calidad forrajera que se puede seleccionar con la certeza de obtener un ensilado de calidad (Faz *et al.,* 2005) y producciones de 51 t ha^{-1} de forraje verde y de 15 t ha^{-1} de forraje seco (Reta, *et al.,* 2000). De acuerdo con Robles (1986) El maíz tiene un rango muy amplio según las variedades o híbridos que se trate, encontrando unas tan precoces con alrededor de 80 días, hasta las mas tardías con 200 días desde la siembra hasta la cosecha, las variedades de mayor rendimiento son de 100 a 140 días, menos de 100 días se obtienen poca producción de grano y forraje verde o en base a materia seca; mas de 140 días no es conveniente por que ocupa demasiado tiempo el terreno de cultivo. La calidad del forraje como parte del consumo, generalmente tiene implicaciones sobre la digestibilidad, proteína cruda, componentes secundarios y contenido mineral. Las plantas en crecimiento pasan por una etapa inicial de producción vegetativa de

hojas y tallos seguida por la floración y subsecuente desarrollo de semillas. La producción de inflorescencia y semillas requieren la movilización de nutrientes de tallos y hojas hacia la flor y semillas, lo cual ocasiona que decline la calidad nutritivita de hojas y tallos. Esta declinación en calidad se debe a la lignificación (Jugenheimer, 1981). La fibra de lenta digestión tapona el rumen y disminuye la capacidad de la baca para consumir alimento, los climas lluviosos, así como los cálidos y húmedos favorecen la lignificación de la planta y reducen la digestibilidad (Van Soest, 1991). El propósito del presente trabajo consistió en avaluar el comportamiento de diferentes híbridos de maíz bajo las condiciones de la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en los terrenos de la Sociedad Cooperativa Agropecuaria de la Comarca Lagunera S.C.L., ubicada en Cuatrocienegas s/n, parque industrial lagunero en la ciudad de Gómez Palacio, Durango, en una parcela experimental de 1200 $m^{2,,}$ Se encuentra ubicada entre los meridianos 102^0 22" 2' y 104^0 47" W de G longitud oeste y los paralelos 24^0 22" y 26^0 23" latitud norte. La altura sobre el nivel del mar es de 1,139 metros. Cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana, donde se localizan las áreas agrícolas (SAGARPA, 2006). Los tratamientos consistieron en híbridos de maíz, los cuales fueron: Tigre/poncho, Tigre Y, Pantera, Impala, N83-N53, E189, Oso y DK2031. El diseño experimental utilizado fue un diseño de bloques al azar con arreglo en franjas con 3 repeticiones para hacer un total de 24 unidades experimentales de 5 por 10 m, cada parcela se formó de 6 surcos, los datos obtenidos se analizaron estadísticamente utilizando el paquete estadístico SAS (1996). La siembra se realizó el 14 de abril 2007, en seco en surcos de 0.75 m de distancia con una densidad de población de 8 plantas por metro lineal, la preparación del terreno consistió en rastra, nivelación y bordeo. Se realizó un aclareo a los 20 dias después de la siembra (dds), la fertilización se realizo con la formula 200 - 297 – 00, se utilizaron fertilizantes ácidos (líquidos). Las aplicaciones fueron las siguientes: aplicación de la fuente 5-30+em en dosis de 50 unidades de nitrógeno ha^{-1} y 297 de fósforo ha^{-1} a los 10 días después de la siembra (dds), aplicación de urea acida en dosis de 50 unidades nitrogenadas ha^{-1} a los 23, 37 y 66 dds. Los riegos que se proporcionaron fue riego de siembra, uno de sobre riego y 6 riegos de auxilio, debido a la textura franco-arenosa del terreno, se aplicaron laminas ligeras de 12 cm para acumular una lamina total de 84 cm. El sistema de riego que se empleo fue por bombeo con mangueras conectadas a hidrantes. Las plagas que se presentaron fue el gusano cogollero ***(Spodoptera frugiperda),*** se realizaron tres aplicaciones de insecticida, la primera con el producto comercial Cyren 480 CE (Clorpirifos-etil) en dosis de 1.5 litros por ha; la segunda y tercer aplicación se dio

con Magnum L 480 (Clorpirifos-etil) en dosis de 1.25 litros por ha. Se realizaron en forma manual 3 escardas y limpias al cultivo. Las variables evaluadas fueron: Características agronómicas días a floración, altura de planta, altura de mazorca, plantas estériles, acame de tallo y raíz, rendimiento de forraje verde y rendimiento de materia seca, se tomaron muestras de los dos surcos centrales para medir las variables en estudio. Los componentes de calidad evaluados fueron porcentaje de Proteína Cruda (PC), energía neta de lactancia (ENl), fibra acido detergente (FAD), fibra neutro detergente (FND) y total de nutrientes digeribles (TND); los métodos utilizados son: proteína se utilizo el método Kjendahl, para las fibras FAD y FND se utilizó el método de Van Soest (1991) y para los parámetros energéticos fue por cálculos, de las muestras tomadas se tomaron 4 plantas para las muestras de forraje para realizar los análisis de laboratorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los valores encontrados para las características agronómicas los híbridos Tigre, Tigre Y y Pantera presentaron las mayores alturas de planta presentando diferencia entre ellos ($p > 0.01$); con respecto al rendimiento de forraje verde y materia seca el híbrido Pantera resultó con los valores mayores y el Oso y E-189 con los menores resultados. Los valores de días a floración indican que los híbridos Pantera, Oso y DK 2031 tienen un ciclo vegetativo intermedio, el resto de los materiales de ciclo precoz.

CUADRO 1. Comparación de medias de las características agronómicas de ocho híbridos de maíz forrajero.

Híbrido	AP	AM	DF		FV	MS
			F	M		
Tigre	2.19 **ab**	1.16 **ab**	62.6 **e**	60.33 **a**	59.64 **ab**	14,84 **abc**
Tigre Y	2.15 a**bc**	1.09 **b**	65.3 **cde**	65.00 **a**	61.50 **ab**	18,09 **ab**
Pantera	2.38 **a**	1.41 **a**	68 **c**	66.00 **b**	72.02 **a**	18,96 **a**
Impala	1.94 **bcd**	0.96 **bc**	66 **cd**	64.00 b	52.63 **ab**	15,00 **ab**
N83N53	2.03 **abc**	1.07 **b**	64.33 **de**	63.66 **b**	51.49 **ab**	14,26 **abc**
E-189	1.62 **d**	0.72 **c**	64.66 **de**	62.66 **b**	42.82 **b**	12,12 **abc**
Oso	1.78 **cd**	0.74 **c**	76.33 **b**	74.33 **b**	40.82 **b**	9,72 **c**
Dk-2031	1.79 **bcd**	0.72 **c**	77.30 **e**	72.66 **b**	50.55 **ab**	11,46 **bc**

Letras iguales en los híbridos indican que no hay diferencia significativa entre tratamientos (Tukey $\alpha = 0.01$).

Los híbridos Tigre Y, Pantera e Impala arrojan valores de materia seca que concuerdan con lo reportado por Reta *et al.* (2002). De acuerdo con Robles (1986) el maíz tiene un rango muy

amplio de su ciclo vegetativo de acuerdo al hibrido que se trate, de esta manera los híbridos Oso y Dk-2031 se comportaron como híbridos de ciclo precoz-intermedio.

El Cuadro 2 presenta mediante la comparación de medias los resultados obtenidos con respecto a los ocho híbridos de maíz estudiados en su contenido de proteína cruda, fibra acido detergente, fibra neutro detergente, total de nutrientes digestibles y energía neta de lactancia.

Cuadro 2. Comparación de medias de los componentes de calidad de ocho híbridos de maíz forrajero.

Hibrido	PC	FAD	FND	TND	ENL
Tigre	9.76 **ns**	29.17 **c**	51.76 **ns**	67.41 **a**	1.53 **a**
Tigre Y	9.24 **ns**	29.84 **bc**	50.92 **ns**	66.94 **a**	1.51 **ab**
Pantera	8.06 **ns**	30.64 **abc**	50.73 **ns**	66.38 **a**	1.50 **abc**
Impala	8.22 **ns**	31.36 **ab**	51.34 **ns**	65.88 **a**	1.49 **bc**
N83N53	7.82 **ns**	29.75 **bc**	50.67 **ns**	67.05 **a**	1.52 **ab**
E-189	7.83 **ns**	30.63 **abc**	54.40 **ns**	65.73 **a**	1.50 **abc**
Oso	8.85 **ns**	32.07 **a**	50.55 **ns**	65.39 **a**	1.48 **c**
Dk-2031	8.50 **ns**	31.17 **ab**	50.80 **ns**	66.01 **a**	1.49 **bc**

Letras iguales en los híbridos indican que no hay diferencia significativa entre tratamientos (Tukey $\alpha = 0.01$).

Podemos observar que el los parámetros de PC, FND y TND no encontramos diferencia entre ellos ($p < 0.01$) y el los parámetros de FAD y ENL existe diferencia altamente significativa ($p > 0.01$).

CONCLUSIONES

Los híbridos Tigre, Tigre Y y Pantera presentaron las mayores alturas de planta; con respecto al rendimiento de forraje verde y materia seca el híbrido Pantera resultó con los valores mayores. Los valores de días a floración indican que los híbridos Pantera, Oso y DK 2031 tienen un ciclo vegetativo intermedio, el resto de los materiales de ciclo precoz. Co respecto a la calidad todos los híbridos presentaron buenos resultados, con diferencias entre ellos en la FAD y la ENL, aunque sus valores se encuentran dentro del rango de buena calidad.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Sociedad Cooperativa Agropecuaria de la Comarca Lagunera, así como al Ing. David Borroel Gallardo por las facilidades otorgadas para la realización del presente trabajo, así mismo al personal del laboratorio y de apoyo en el campo.

BIBLIOGRAFÍA

Faz Cr, J. García N, G. Núñez H. 2005. Onceava demostración sobre tecnología para la producción de maíz, sorgo y alfalfas. INIFAP.PIAL. campo agrícola experimental la laguna. Matamoros, Coah. Pág. 32

Jugenheimer, R. W. 1981. Maíz, variedades mejoradas métodos de cultivo producción de semillas. Primera edición versión española. Editorial LIMUSA, S.A. México. Pp. 54-61

SAGARPA. 2006. Anuario estadístico de la producción agropecuaria en la región lagunera. Cd. Lerdo, Dgo.

Sánchez Robles Raúl.1986. Producción de granos y forrajes. 4ta edición. Mexico. Pp 10-103

The SAS. System for windows versión 6.2. 1996. SAS Institud Inc. Cary, NC. U. S.A.

Van Soest, P. J., J. B. Robertson, B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J Dairy Sci 74 (1991) 3583.

Reta SDG, Gaytan MA, Carrillo AJS. 2000. Respuesta del maíz para ensilaje a métodos de siembra y densidades de población. Revista Fitotecnia Mex;23:37-48.

INIFAP.1999. Sistema de información del medio físico y la productividad de los cultivos forrajeros. Información en CD- ROM. Torreón, Coahuila.

PRODUCCION DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill) BAJO CONDICIONES DE MALLA SOMBRA CON FERTIRRIGACIÓ Y FERTILIZACIÓN FOLIAR

Olague R.J.[1*], Hernández R.J.C.[2] Montemayor T.J.A.[1], Fabela Z.A.[1], Aguilera T. D.[1].

[1] Instituto Tecnológico de Torreón, carretera Torreón-San Pedro km. 7.5, Torreón, Coah. México. Correo electrónico: jolaguer24@hotmail.com. [2] Estudante de Ing. en Agronomia Del Instituto Tecnológico de Torreón, carretera Torreón-San Pedro km. 7.5, Torreón, Coah.

INTRODUCCIÓN

El tomate (***Lycopersicon esculentum*,** Mill), es considerado como una de las hortalizas de mayor importancia en muchos países del mundo, por el sinnúmero de subproductos que se obtiene de él, y las divisas que aporta; este fenómeno ha originado la incorporación de vastas extensiones de terreno al cultivo del tomate, y la necesidad de utilizar los terrenos hasta ahora considerados marginales debido a las condiciones climáticas adversas (Burgueño, 2001). En el país, este cultivo ocupa el segundo lugar en cuanto a la superficie sembrada de hortalizas, con 66,635.31 ha en el 2007, destacando Sinaloa como el principal productor, seguido de Baja California, San Luis Potosí, Jalisco y Nayarit (FAO,2008). De la producción total de este cultivo en el Estado de Coahuila, el 95 % de la misma se concentra en la Comarca Lagunera.

La principal ventaja de cultivar en un invernadero o casa sombra, es la de poder controlar el agua y fertilizantes aplicados a las plantas de acuerdo a sus estado de crecimiento, aunando al manejo de temperaturas, ventilación, humedad, luminosidad, control de insectos, plagas y enfermedades, etc. La coincidencia de los mejores valores que requiere la planta durante su periodo de crecimiento y producción, favorece alcanzar rendimientos de calidad que pueden llegar a superar en muchas veces a aquellos obtenidos bajo condiciones de invernadero. Entre las desventajas, se incluye la compleja naturaleza orgánica e inorgánica del suelo, menos control del riego y la competencia de los elementos esenciales en la solución del suelo con los microorganismos (las bacterias, los hongos, estreptomicetes, etc.) (Burgueño, 2001).

Por otro lado, la tendencia actual de producción de los cultivos hortícolas es realizarla bajo invernadero y mallasombra (Castilla, 2003); dichas estructuras pretenden mejorar las condiciones ambientales para incrementar la bioproductividad, presentándose producciones de 300 a 500 t/ha/año, en función del nivel de tecnificación del invernadero, el cual garantiza que el producto cumpla con los estándares de calidad e inocuidad alimentaria que exigen los mercados internacionales (Muñoz, 2003), sin embargo, el principal problema de la producción en invernadero, una vez que se tienen las condiciones ambientales controladas, es la presencia

de plagas y enfermedades así como la fertilización o nutrición de los cultivos y de la capacitación del personal que labora en dichos sistemas.

En el caso de variedades generativas, una pequeña diferencia en temperaturas del día a la noche durante el desarrollo del cuarto racimo a través de la máxima carga de fruto, dará como resultado el incremento de asimilados en la parte superior de la planta y en las raíces. Se obtendrá por tanto una menor carga de frutos y un mayor desarrollo de la planta para el equilibrio adecuado en verano (Castro y Pérez, 1999).

La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 28 y 30º C durante el día y entre 15 y 18º C durante la noche; temperaturas superiores a los 30-35º C menos de 10ºc durante la floración afectan a la polinización y provocan caídas de flor y la fructificación, por mal desarrollo de óvulos y al desarrollo de la planta en general y del sistema radicular en particular (Borrego y Soto, 2004). Un clima con temperaturas altas una humedad relativa superior al 75% es poco apropiado para el tomate debido a que esto favorece a los ataques de enfermedades y causan que el polen se compacte, abordando carpelos de las flores y dificultando la fecundación, evitándose el estrés de excesos como la falta de agua, lo que se refleja en problemas de agrietamiento del fruto y de absorción del calcio (Valdez ,1989).

La luz interactúa fuertemente con la temperatura; se ha demostrado que cuando falta luz en las primeras semanas de desarrollo del tomate, se afecta el rendimiento de forma irreversible. Lo anterior puede deberse a una menor producción de hojas, menor número de flores diferenciadas por racimo, por menor peso y tamaño de los frutos formados y mayor tiempo requerido para la maduración (Castro y Pérez, 1999).

Es necesario hacer un análisis físico-químico del suelo. El ensayo de la muestra debe incluir: al pH, los elementos, N, P, K, Ca, Mg, Na y los micronutrientes B, Fe, Mn, Cu y Zn; la textura, el tipo de suelo, el por ciento de saturación, la conductividad eléctrica e hidráulica, los carbonatos ($CaCO_3$) y el contenido de la materia orgánica. Al tomate le favorecen los suelos con niveles altos de fósforo, de potasio, de calcio y de magnesio. Para su adecuado crecimiento y producción requiere de elevadas cantidades de potasio, de calcio y de fierro; dosis moderadas de nitrógeno, de magnesio, de fósforo, de azufre, boro, cobre, manganeso y zinc (Rodríguez, 2002).

Una de las funciones principales del medio que se utiliza como sustrato es el de sostener a las raíces. Este puede ser inorgánico, como la arena, la grava, el tezontle, la perlita, la vermiculita, el oasis (Formaldehído fenólico) o la lana de roca (El 57 % de la producción mundial utiliza éste

sustrato). Entre los sustratos orgánicos más comunes, se enlistan, entre otros: el musgo, la corteza de pino, la fibra de coco y el aserrín, etc. (Berenguer et al., 2003).

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en el año 2012 en la Empresa "GRUPO VIGO S.A de C.V," ubicada en el Ejido San Rafael municipio de San Pedro, Coah. Se utilizaron invernaderos adaptados a casa sombra equipada con sistema de riego por goteo. La parcela de producción fueron 4 invernaderos adaptados a casa sombra de una a. cada uno.

Se evaluaron las variables rendimiento de tomate y eficacia de plaguicidas. No se realizaron muestreos de rendimiento, se contabilizo el total de la producción, por lo que se realizaron comparación de medias de los rendimientos.

La Siembra se realizó en charolas de 200 cavidades, utilizando una mezcla de sustrato orgánico de fibra de coco y perlita (sustrato mineral); En esta práctica se se mezclan 10 kg de sustrato de fibra de coco y 2 kg del sustrato mineral (perlita). El Trasplante se realizó cuando las plantas alcanzaron una altura de 10 a 12 cm. y su tallo más de 0.5 cm. de diámetro, aproximadamente entre los 22-27 dds. Se utilizó tutorado para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y sobre todo los frutos toquen el suelo. Las podas de formación se realizaron a los 15-20 ddt con la aparición de los primeros tallos laterales, que fueron eliminados, al igual que las hojas más viejas. Se deshojo unos días antes del primer corte o calienta, cortando las hojas entre los primeros dos racimos de la planta. El control de plagas y enfermedades se efectuó mediante los tratamientos de Endosulfan y Agroendosulfan para el control de mosquita blanca, la araña roja se utilizó Abamectina, lambdacyhalotrina. Para la aplicación de los riegos se programó el Xilema con un pH 5.8 a 6 y C.E. de 2.6 a 3.3 dS m^{-1} con los fertilizantes previamente dosificados y solubilizados.

Dosis de fertilización en cada etapa fenológica del cultivo de tomate y las fuentes de fertilizantes utilizados.

Fertilizante utilizado y dosis aplicados	1os diez días ddt (Dosis en 100m^3)	Desarrollo cultivo (Dosis en 100m^3)	Floración y cortes (Dosis en 100m^3)
Nitrato de potasio	23.7 kg	79.4 kg	59.23 kg
Cloruro de potasio	16.2 kg	17 kg	2.31
Ácido nítrico	14.6 pH 5.8	14.6 pH 6	14 pH 5.8
Nitrato de calcio	59.6 kg	72.6 kg	62.6 kg
Nitrato de magnesio	48.4 kg	39.3 kg	31.4 kg
Microelementos	2.5	2.7	2
C.E mmhos	2.89	3.19	3.01
Fosfato Monopotásico	27.2	11	
Nitrato de amonio	5.8	5	4

Aplicaciones de fertilización foliar proporcionadas al cultivo de tomate

Núm. de aplicación	Fecha	Fertilizante y dosis
1ª	07-sep-2012	Nitrato de calcio: 500 gr/ha. Hyper caB: 1.5 l/ha nutriente foliar calcio y boro.
2ª	13-sep-2012	Nitrato de calcio: 500 gr/ha. Hyper caB: 1.5 lts/ha nutriente foliar calcio y boro
3ª	20-sep-2012	Nitrato de calcio: 500 gr/ha Hyper caB: 1.5 lts/ha nutriente foliar calcio y boro
4ª	25-sep-2012	Nitrato de calcio: 500 gr/ha Hyper caB: 1.5 l/ha nutriente foliar calcio y boro
5ª	29-sep-2012	Nitrato de calcio: 500gr/ha Hyper caB: 1.5 l/ha nutriente foliar calcio y boro
6ª	05-oct-2012	Nitrato de calcio: 500 gr/ha Hyper caB: 1.5 l/ha nutriente foliar calcio y boro Osmocalm: 1l/ha
7ª	09-oct-2012	Nitrato de calcio: 500 gr/ha Hyper caB: 1.5 l/ha nutriente foliar calcio y boro
8ª	14-oct-2012	Nitrato de calcio: 500 gr/ha Hyper caB: 1.5 l/ha nutriente foliar calcio y boro
9ª	23-oct-2012	Nitrato de calcio: 500 gr/ha Hyper caB: 1.5 l/ha nutriente foliar calcio y boro Osmocalm: 1l/ha

RESULTADOS

De acuerdo al control fitosanitario realizado y el programa de fertirrigación y fertilizaciones foliares realizadas el siguiente Cuadro muestra los resultados de rendimiento:

Comparación de medias de rendimiento de cultivo del tomate variedad V325 en casa sombra del predio Bellavista de la empresa VIGO, S.A. de C.V. 2012.

Tratamiento	Rendimiento (t $ha^{-1)}$
Endosulfan, Abamectina, Azosistobin	138.85 a
Agroendosulfan Abamectina, Azosistobin	127.32 b
Agroendosulfan Azosistobin	126.02 b

Letras iguales en los tratamientos indican que no hay diferencia significativa entre ellos (Tukey α= 0.05).

De acuerdo a los resultados el rendimiento total fue de 509,272 kg. En una superficie de 4 ha esto debido a que se presentó una fuerte infestación de virosis esta enfermedad provocada por la mosquita blanca en el invernadero 3 por lo cual se decidió dar de baja este invernadero en la empresa; estos resultados promediaron un rendimiento de 127.318 t ha^{-1}. La media de rendimiento que tiene la Comarca Lagunera en producción en invernadero es de 160 t ha^{-1}, lo que indica que los rendimientos se obtuvieron por debajo de este parámetro regional, originado principalmente por el problema que se presentó con Blossom-end rot el cual de acuerdo a las condiciones climáticas principalmente de altas temperaturas no permitió controlar este factor.

CONCLUSIONES

A manera de conclusión, con respecto a los muestreos realizados se pudo constatar que las plagas más importantes que se presentaron con más incidencia es en primer lugar la mosca blanca. El producto meteoro (Endosulfan) fue el que mejor resultados dio en dosis de aplicación de 2 l/ha al disminuir notablemente la presencia de la mosca blanca tal como lo muestran los resultados, también lo encontramos en Agro-endosulfan que con la misma dosis resulto favorable estos dos productos son los que mejor controlaron a la mosca blanca. Después la araña roja que está a su vez fue controlada con el producto Agrimec (Abamectina) con una dosis de 500 ml/ha y por último la enfermedad de verticilium que fue controlada con el producto Uniform (Azosistobin) 0.5 l/ha. Los problemas que se presentaron con el Blossom-end rot motivaron la baja de una ha del cultivo disminuyendo el rendimiento en las cuatro ha restantes a 127.318 t ha^{-1}.

BIBLIOGRAFÍA

Berenguer J. J., Escobar I & Cuartero J. 2003. Gastos de cultivos de tomate tipo cereza en Invernadero. Actas de horticultura 39:47-48.

Burgueño C.H. 2001. Técnicas de producción de solanáceas en invernadero In: Memoria de 1º. Simposio Nacional de Técnicas Modernas en producción de tomate, papa y otras solanáceas. UAAAN. Buena Vista, Saltillo, Coahuila México.

Castro, B.R. y Pérez, G. M. 1999. Guía para la producción intensiva de jitomate en invernadero. Boletín de divulgación Nº3 programa universitario de investigación y servicios en Olericultura UACH; México. Pp. 27.

FAO. 2001. Los mercados mundiales de frutas y verduras orgánicas. Roma, Italia Gewin, V. 2004. Organic Faqs. Nature 428:796-798.

Muñoz R.J.J. 2003. El cultivo de tomate en invernadero. In: Muñoz R; J. J. y Castellanos Z; J. (eds) Manual de producción hortícola en invernadero. INCAPA. México 226-262.

Rodríguez D., N. 2002. Producción de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) Bajo condiciones de invernadero en Otoño-Invierno en la Comarca Lagunera. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. Pp. 15-18.

Valdez L. A. 1989. Producción de hortalizas. Editorial Limusa, primera Edición, impreso en México.

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y QUÍMICA DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mayz)* DE TEMPORAL EN MICHOACÁN

[*1] ***Tapia Vargas Luis Mario, Larios Guzmán Antonio[1], Hernández Pérez Anselmo[1], García Barragán Alejandro[1], Jesús Arcadio Muñoz Villalobos[2]***

[1] INIFAP. Campo Experimental Uruapan. Av. Latinoamericana 1101. Uruapan, Mich. C.P. 60080 tel. 452-523-7392 ext. 101. (tapia.luismario@inifap.gob.mx)
[2] CENID RASPA. Km. 6.5 Margen Derecha Canal de Sacramento, Gómez Palacio Durango C.P. 35140 tel. 871-159-0104

INTRODUCCION

De los granos básicos en México el maíz es el cultivo que más se siembra con un total de 7, 622,000 mil hectáreas, le sigue el fríjol con 1896 mil hectáreas y el trigo y arroz en tercero y cuarto lugar. El valor de la producción de maíz se cuantificó en $24,201 millones de pesos aproximadamente (INEGI, 2005).

En Michoacán, es el cultivo que tiene una gran distribución en la entidad y se siembra en diversidad de suelos y condiciones climáticas. El maíz se practica en tres modalidades de siembra que son: humedad residual, de riego y de temporal, con rendimientos promedios de 1.5 a 2.7 toneladas por hectárea, de acuerdo a la forma de siembra. La demanda mundial de fertilizantes químicos ha desencadenado un alto costo de los mismos (Castellanos *et al*., 2005), en México se ha convertido en un problema de carácter nacional, ya que estos son derivados del petróleo y a su precio se ha incrementado en 500% en los últimos cinco años (Torres, 2013). Actualmente, la producción nacional de fertilizantes es de 1.7 millones de toneladas pero se requieren 4.6 millones para satisfacer las necesidades nacionales por lo que se importan 2.9 millones de toneladas a un costo de 9 mil millones de pesos (Botello, 2008).

Ante esta situación, instituciones de investigación de muchos países (el INIFAP en México) y empresas productoras de fertilizantes biológicos, compostas, etc., han generado información y resultados de investigación que ofrecen opciones viables para suministrar nutrimentos a los cultivos de interés para los productores, con el fin de disminuir la dependencia de los fertilizantes químicos y disminuir los costos de producción. Con ese mismo propósito, se ha propuesto algunos productos y tratamientos para complementar la nutrición de cultivos que como el maíz es básico en la dieta del mexicano, por lo que el objetivo de este trabajo fue: evaluar la respuesta del cultivo a la aplicación de fertilizantes de origen químico y orgánico y el análisis económico.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue establecida bajo condiciones de temporal en terrenos de productores de las zonas maiceras de la localidad de Queréndaro Michoacán en un suelo de gris oscuro clasificado como Vertisol de 80 cm de profundidad, pendiente menor del 1% y textura arcillosa en la localidad de Queréndaro cuya localización es al norte del estado, en las coordenadas 19°48 de la latitud norte y 100°53 de longitud oeste, a una altura de 1, 840 metros sobre el nivel del mar.

Los sitios corresponden a la zona de alta productividad de maíz (Bajío Michoacano), el sitio tiene un clima templado, con lluvias en verano con una precipitación pluvial anua de 1,165mm y temperaturas que oscilan entre 4.9 a 37º centígrados

Tratamientos

Los tratamientos a evaluar en el experimento fueron obtenidos a partir de dosis de fertilización 240-80-00 de N-P_2O_5-K_2O, respectivamente sugerida por Vallejo *et al*., (2004), reduciendo en este experimento la dosis de nitrógeno hasta 0 y aumentando hasta 320 kg/ha, además se agregaron tres tratamientos adicionales como se muestra en el siguiente Cuadro 1:

Cuadro 1. Tratamiento de nutrición en maíz de punta de riego en Michoacán.

Tratamiento	N	P_2O_5	K_2O	Adicional
1	0	80	00	
2	80	80	00	
3	160	80	00	
4	240	80	00	(testigo regional)
5	320	80	00	
6	120	40	00	Azospirillum (1.0 L/ha + Micorrizas (1.0 kg/ha)
7	120	40	00	Composta (0.5 ton/ha)+ Az+Mico
8	120	40	00	Vermicomposta (100 kg/ha)

El maíz sembró con la variedad H-358, a una distancia de 25 cm dejando una planta por mata y a una separación de surco de 80cm, cada parcela experimental constó de 5 surcos de 10m de largo, para tener una población de 50 mil plantas/ha en temporal, tomando como parcela útil el surco central. El diseño experimental fue bloques al azar con cuatro repeticiones. Los datos registrados fueron el rendimiento de grano al 12% de humedad y se obtuvo el costo de las variables económicas del cultivo, separando los costos fijos (manejo del cultivo) de los costos variables (fertilización). Se efectuó AN-VA para la variable rendimiento de grano mediante

SAS y separando la medias de rendimiento de grano con Tukey al 5%. El análisis económico consistió en obtener la relación beneficio costo de cada tratamiento considerando el costo de producción de cada tratamiento (Costos Fijos + Costos Variables), el valor de la producción (VP) y la relación beneficio costo (B/C).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos indican que las aplicaciones altas de fertilizantes no necesariamente proporcionan mayores rendimientos de grano (Cuadro 2). En el Bajío Michoacano, el nitrógeno es factor clave en la obtención de altos rendimientos de maíz, con una dosis de 0 Kg/ha dado por el tratamiento 1 (00-80-00), se obtienen sólo 3.4 ton/ha de grano, esta importancia se observa claramente ya que al aumentar al siguiente nivel dado por el tratamiento 2 (80-80-00), el rendimiento se incrementa en 150%, lo cual indica la importancia del nitrógeno en el maíz, al siguiente nivel (tratamiento 3 con 160-80-00) sólo sube 5% el rendimiento. Pagani et al., (2008), encontraron una respuesta similar a la aquí reportada ya que con 0 kg/ha de nitrógeno el rendimiento de maíz, se encontró en 4.5 ton/ha, mientras que a una dosis de 80 kg/ha aumentó a 8.5 ton/ha de grano sin embargo, a una dosis de 160 kg/ha de nitrógeno el rendimiento subió a 12 ton/ha, teniendo un máximo de 12.5 ton/ha y una dosis de 210 kg de nitrógeno.

El manejo nutricional orgánico, también produjo buenos resultados en rendimiento de grano (Cuadro 2), el tratamiento con aplicación de vermicomposta fue capaz de tener similar rendimiento al testigo 100% químico, con 9.8 ton/ha de grano, mientras que los otros dos tratamientos orgánicos, se mantuvieron en el segundo grupo significativo, similares a la máxima fertilización química (320-80-00).

Cuadro 2. Rendimiento de Maíz (ton/ha) y análisis financiero en dos localidades de Michoacán con manejo nutricional químico y Biofertilizantes microbianos o Productos orgánicos

	Tratamiento de fertilización							
Variable	Testigo 240-80-00	1 00-80-00	2 80-80-00	3 160-80-00	5 320-80-00	6 120-80-00 + Az + Micorrizas	7 120-80-00 + Az + Mico+ Composta	8 120-80-00 + Vermicomposta
Rend	10.4 a	3.4 b	8.5 ab	9.0 ab	8.5 ab	7.8 ab	8.3 ab	9.8 a
C P ($/Ha)	$12,650	$8,800	$9,925	$11,250	$13,050	$11,060	$12,060	$11,900
V P ($/ha)	$36,400	$11.900	$29,075	$31,500	$29,750	$27,300	$29,050	$34,300
Rel B/C	2.9	1.4	2.9	2.8	2.3	2.5	2.4	2.9

Precio medio rural: ($3,500.00/ton). Rend (rendimiento de grano (ton/ha); CP: costos de producción; V P: Valor de la producción; Rel: relación beneficio costo. Valores con la misma letra iguales estadísticamente (P<0.05)

Los costos de producción (CP), del cultivo de maíz son variables, dependiendo de la intensidad de manejo, en este trabajo el costo máximo fue de 13 mil pesos, aproximadamente, esto debido a que no se consideraron costos bancarios y de amortización del capital, así como seguro agrícola lo cual es de $7,000, aproximadamente. Los costos en este trabajo varían dpendiendo de la cantidad de fertilizante, desde $8,800.00 (tratamiento 1), hasta $13,050.00 (tratamiento 5). Los resultados financieros obtenidos indican que elevando los costos de producción (CP) no se obtendrá un ingreso neto mayor en beneficio del productor (Cuadro 2). En el Bajío Michoacano con un CP de $ 8,800 ($/ha) dado por el tratamiento 1, se obtienen sólo $3,100/ha de margen de utilidad, sin embargo con un aumento del 13% en los CP (9,925 $/ha) dado por el tratamiento 2 se obtiene un margen de utilidad de $19,150 ($/ha). Turrent *et al*., (2004), encontró resultados similares en su análisis de rentabilidad a lo aquí reportado ya que con $9,794 (CP/ha) obtuvo un rendimiento de 5.4 ton/ha y con un costo de producción de $11,558 (CP/ha) obtuvo un rendimiento de 8.2 ton/ha, obteniendo un margen de utilidad de $17,142 ($/ha), valores similares a los encontrados en el Bajío Michoacano. Los tratamientos con nutrición orgánica tuvieron una rentabilidad económica aceptable igual en el caso del tratamiento con vermicomposta, al tratamiento testigo con valor de 2.9, mientras que la adición de micorrizas y azospirillum significó una rentabilidad de 2.4 y 2.5, respectivamente, por cada peso invertido en el cultivo.

CONCLUSIONES

1. El nitrógeno es un factor clave para óptimos rendimientos en el cultivo del maíz de grano en condiciones del Bajío Michoacano.
2. La nutrición orgánica demostró su eficacia en la obtención de altos rendimientos de maíz con hasta 9.8 ton/ha de grano similar al tratamiento testigo con 10.4 ton/ha de grano.
3. Los resultados financieros demuestran que se obtiene un margen de utilidad muy aceptable, deduciendo que la región del Bajío Michoacano es una zona con un gran potencial para el cultivo del maíz.

BIBLIOGRAFÍA

Botello B.E. 2008. Alza en el precio del petróleo disparará precio de fertilizantes. InfoRural 5:13-14

Castellanos R., J. Cueto, J. Macias, J. Salinas, L. M. Tapia V., J. Cortes, I. González, H. Mata. 2005. La fertilización de los cultivos de maíz, sorgo y trigo en México. Folleto Técnico 1. INIFAP. Celaya, Gto. 44 p.

INEGI. 2005. Estadísticas de producción agrícola en México. Boletín Estadístico INEGI. Aguacalientes, Ags.

Torres G.S. 2013. Costo de producción actual de aguacate en huerto con manejo integrado huerta de temporal mes de febrero 2013. El Aguacatero 68:15-16

Turrent F.A., R. Camas G., A. López L., M. Cantú A., J.Ramírez S., J. Medina M., A. Palafox C. 2004. Producción de maíz bajo riesgo en el Sur-Sureste de México: II. Desempeño Financiero y Primera Aproximación Tecnológica. Revista Agricultura Técnica en México. 30(2): 205-221.

Vallejo D.H., J.L. Ramírez D., M. Chuela B., R. González I. 2004. Tecnología para producir maíz en el Bajío Michoacano. Folleto para Productores 3. INIFAP. Campo Experimental Uruapan. Uruapan, Mich. 32 p.

Pagani A., H.E. Echeverría., H.R. Sainz R., P.A. Barbieri. 2008. Dosis óptima económica de nitrógeno en maíz bajo siembra directa en el sudeste bonaerense. Revista Ciencias del Suelo. Vol.26. No.2. Ciudad Autónoma de Buenos Aires ago./dic. 2008 56-61.

ADELANTO DE BROTACIÓN E INCREMENTO DE CALIDAD DE FRUTO EN VID EN CONDICIONES DE ACOLCHADO

[1]Manuel Antonio Galindo-Reyes, [2]Melvin Noe Ubario Hernández y [3]Ricardo Fabián Guevara-Medina, [2]Carlos Hugo Castañeda-Esparza y [4]Mario Ortiz-Luevano

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental Pabellón. [2]Instituto Tecnológico El Llano. Km. 18 Carretera Aguascalientes-San Luis Potosí, El Llano, Ags. [3]Universidad Autónoma de Zacatecas
Km. 15.5 Carretera Zacatecas-Guadalajara, Cieneguillas, Zac. [3]Prestador de Servicios Profesionales.
*E-mail: galindo.manuel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En nuestro país, el 97% de la superficie del cultivo de vid se desarrolla en la región semiárida y mediterránea de nuestro país. La mayoría de los acuíferos de esta región se encuentran sobreexplotados debido al uso ineficiente del agua, ello ha originado abatimiento del manto freático entre uno y dos metros por año, reducción del rendimiento de los pozos, incremento en los costos de extracción y, hundimiento y agrietamiento del terreno (Fimbres, 2000; Mojarro *et al*., 2007; COTAS, 2012).

En Sonora, Fimbres-Fontes y Aguilera-Ponce (2005) trabajaron con la variedad para mesa Superior Seedless y recomiendan la aplicación de 8,700 m^3 ha^{-1} de agua en condiciones de riego por goteo para evitar disminuir el tamaño de fruto. En Aguascalientes y en Zacatecas se aplican más de 10,000 m^3 ha^{-1} en condiciones de riego por gravedad y más de 6,500 m^3 ha^{-1} en condiciones de riego por goteo (Mojarro *et al*., 2007). Estos volúmenes de agua para riego se consideran altos, ya que con 5,000 m^3 ha^{-1} $año^{-1}$ se pueden obtener los mismos rendimientos y calidad.

Algunas alternativas sustentables para reducir la evaporación en el suelo e incrementar la eficiencia en el uso del agua pueden ser el uso de acolchados, el riego subsuperficial (riego subterráneo), entre otros.

En el cultivo de vid (*Vitis vinífera* L.), el acolchado plástico aceleró la formación de ramas y aumentó la producción acumulada, con respecto al método tradicional de cultivo (Ibarra *et al*., 1996). Posteriormente, Pinamonti (1998) señala que el acolchado presenta las ventajas siguientes: control de malezas, amortiguamiento de las variaciones en temperatura y humedad en el suelo, mejora de las propiedades físicas y químicas del suelo, reduce significativamente la evaporación e incrementa el rendimiento.

Por otro lado, el riego por goteo subsuperficial (RGS) consiste en aplicar el agua de por debajo del suelo mediante manguera con goteros, con tasas de descarga similares a las del riego por goteo superficial (ASAE, 1998). Najafi *et al*. (2012) menciona que el RGS ha propiciado mayor crecimiento, rendimiento y ahorro de agua en el cultivo de vid en comparación con el riego por goteo superficial y otros métodos de riego tradicionales.

Con el propósito de evaluar alternativas para ahorrar agua, mantener el rendimiento y mejorar la calidad de fruto en el cultivo de vid se evaluaron varias técnicas de manejo del suelo en un viñedo con la variedad Globo Rojo establecido en una región semiárida durante dos años.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolla en un viñedo comercial con la variedad para consumo en fresco "Globo Rojo", injertado sobre el portainjerto *Vitis rupestris*, de ocho años de edad, establecido en el estado de Aguascalientes. Actualmente se están evaluando cinco tratamientos y consisten en, tratamiento **uno**, dejar el suelo desnudo (sin cobertura) y deshierbe manual; tratamiento **dos**, implementación del riego por goteo subsuperfial, a 0.30 m de profundidad y dos mangueras (una a cada lado de la línea) de poliducto; tratamiento **tres**, acolchado con plástico plata/negro calibre 90, de un ancho de 1.4 m; tratamiento **cuatro**, aplicar en forma manual en cada hilera de las plantas, paja seca y picada de avena, en bandas de 1.5 m de ancho (equivalente a tres toneladas por hectárea), cada año; y tratamiento **cinco**, colocar en forma manual una lámina o película de "ground cover" de color negro en cada hilera de las plantas, en bandas de 1.5 m de ancho. Estos tratamientos están distribuidos en el terreno del viñedo en un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. Cada parcela experimental cuenta con tres líneas de plantas de vid, de 30 metros de longitud y en cada parcela experimental se utilizó la línea central para efectos de muestreo.

Para manejar el riego, se desarrolló un programa con el apoyo de una estación automática cercana a la parcela experimental. Para elaborar dicho programa se consideró la precipitación, la evapotranspiración de referencia y se aplicó un 20 por ciento adicional de agua de riego al considerar el lavado de sales y la eficiencia del sistema de riego.

El programa se ajustó con sensores de humedad de la marca **Watermark**® y con ellos se determinó cuándo regar. Para ello se colocaron dos sensores de humedad por repetición, un sensor a una profundidad de 0.25 y otro a 0.50 m y se regó de acuerdo con Proffitt y Campbell (2011) quienes recomiendan regar la vid para mesa desde brotación hasta envero, en suelo franco, cuando la lectura del tensiómetro más superficial alcance -20kPa; entre envero y

madurez hay que regar cuando la lectura llegue hasta -30kPa; y después de la cosecha se debe regar cuando la lectura alcance -60kPa. También, se hizo un análisis de suelo para determinar propiedades físicas y químicas y así obtener la curva característica de humedad del suelo en laboratorio con el método de la olla y membrana de presión (Aguilera y Martínez, 1980). Algunos tratamientos se secaron más rápido y requirieron riegos más frecuentes y de mayor duración, ello generó mayor consumo de agua, por lo que se determinó la lámina y el volumen agua en cada unidad experimental mediante medidores volumétricos caseros de ½'' marca TD Meters® y modelo MJP.

La fertilización se hizo uniforme para todos los tratamientos y se aplicó de acuerdo con el programa de nutrición del productor cooperante y el fertilizante se aplicó en el agua (fertirriego) mediante el sistema de riego.

Como variables de respuesta se evaluaron las dinámicas acumuladas en porcentaje de brotación y de envero. También, se determinaron los grados brix en fruto poco antes del envero y hasta madurez.

Los datos se sometieron a análisis de varianza con el paquete estadístico SAS (SAS Institute, 2002) y los promedios se compararon mediante la diferencia mínima significativa (DMS). Finalmente, se calculó el error estándar para cada promedio, en cada muestreo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La brotación acumulada de la planta de vid variedad Globo Rojo mostró un una tendencia sigmoidal; es decir, cerca de los 10 días después de la poda se inició la brotación de manera lenta, pero después de los 13 días se aceleró y a los 27 días llegó al máximo. Es importante señalar que el acolchado con ground cover y con plástico presentaron mayor velocidad de brotación (Figura 1). Esto concuerda con la investigación hecha por Ibarra et al (1996), quienes encontraron una aceleración en la formación de ramas en plantas acolchadas con platico negro.

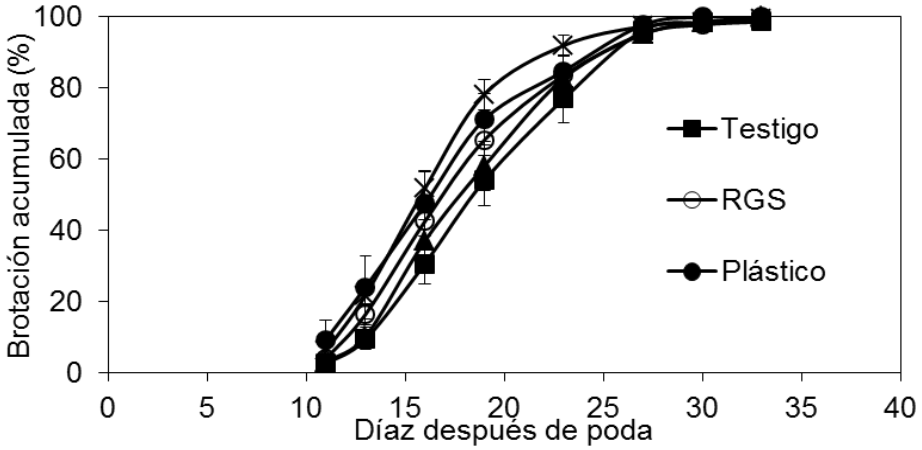


Figura 2. Cinética de la brotación acumulada en vid Globo Rojo en función de diferente manejo del suelo.

El cambio de color en las bayas o envero se inició desde antes de los 100 días después de la poda y terminó aproximadamente a los 117 ó 120 días. Para esta fecha todos los tratamientos ya presentaban por lo menos 30% de racimos con color. Después de los 100 días después de poda los tratamientos con acolchado de plástico y de ground cover mostraron mayor velocidad de coloración de bayas y como consecuencia presentaron primero el 100% de inicio de coloración en los racimos que las plantas del testigo (Figura 2). Esto indica que el acolchado con materiales sintéticos tienen un claro adelanto en la madurez de los frutos de la vid variedad Globo Rojo.

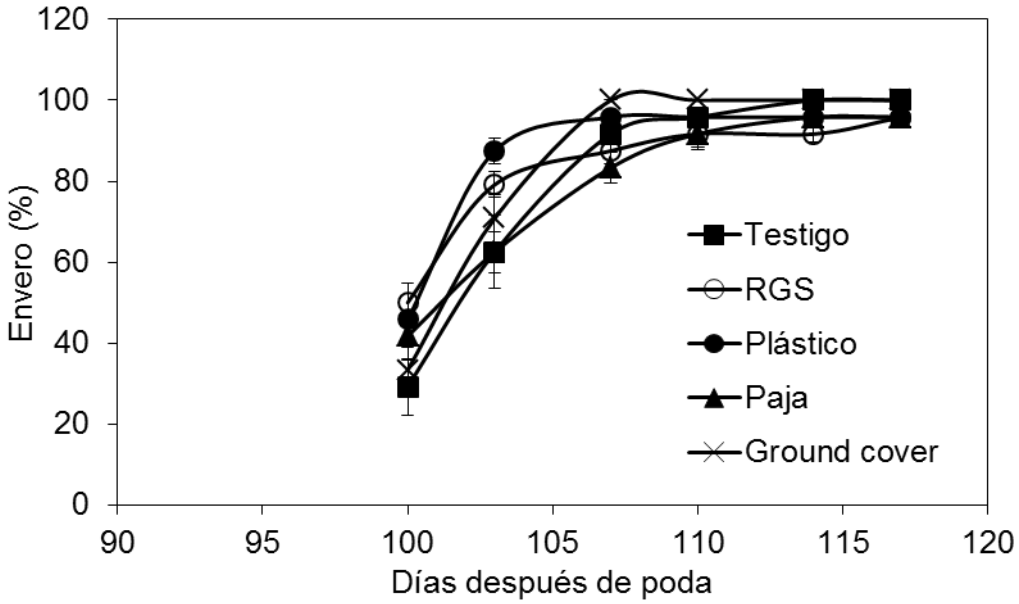


Figura 2. Cambio de color o envero en frutos de vid en función de diferente manejo del suelo.

La acumulación de los grados brix empezó antes de los 110 días después de poda en los tratamientos con plástico, con ground cover y el testigo. La acumulación de azúcar en el fruto en todos los tratamientos durante el periodo de muestreo tuvo una tendencia lineal, aunque después de los 140 días va disminuyendo la tasa de acumulación. No obstante, a partir de los 144 días los frutos del acolchado con plástico presentan mayor contenido de azúcar (Figura 3).

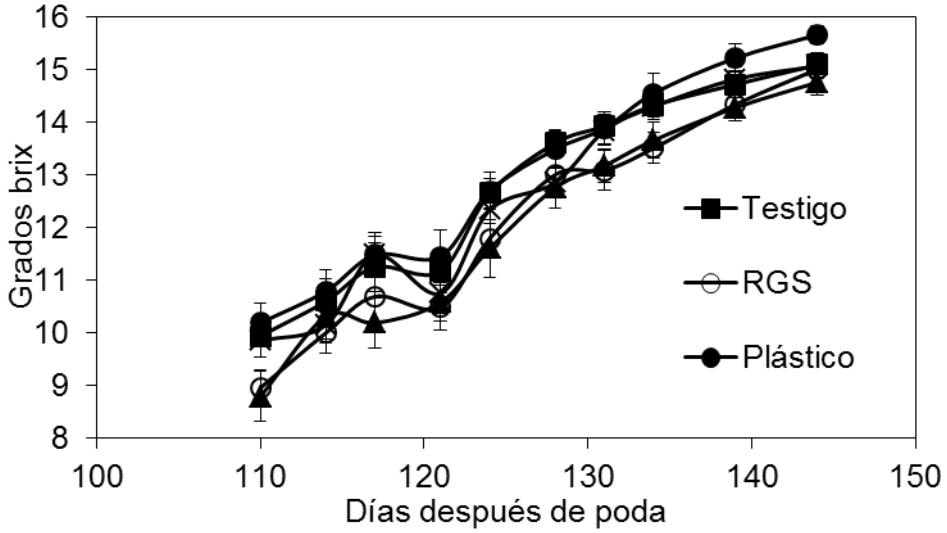


Figura 3. Comportamiento de los grados brix en frutos de vid en función de diferente manejo del suelo.

CONCLUSIONES

Los acolchados con ground cover y con plástico aceleraron la velocidad de brotación y de maduración de fruto en vid variedad Globo Rojo.

El acolchado con plástico negro promovió mayor acumulación de azúcar en el fruto en comparación con los demás tratamientos.

BILBIOGRAFÍA

Aguilera, C. M. y R. Martínez E. 1980. Relaciones agua suelo planta atmosfera. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, estado de México. 256 p.

ASAE 1999. Soil and Water Terminology. S526.1. ASAE Standards. ASAE, St. Joseph, Mich, USA.

Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS). 2012. Acuífero interestatal Ojocalinete Aguascalientes Encarnación. Consultado en línea 27 de enero del 2012. www.cotas.org.mx.

Fimbres, F. A., G. Martínez D. y M. J. Valenzuela R. 2000. Alta y baja humedad con riego por goteo en vid para mesa y su efecto en las yemas florales. Terra 18:219-224.

Fimbres-Fontes, A. y R. Aguilera P. 2005. Predicción del tiempo de riego en vid cv Superior con riego por goteo usando una estación agrometeorológica automática. Terra Latinoamericara 23:335-339.

Ibarra, J. L., H. I. Macías H. y F. D. Silva P. 1996. Ventajas del acolchado con plástico negro en vid. Agrociencia 30: 401-404

Mojarro, D. F., J. Hernández P., J. González T., M. Ortíz L. y A. Juárez B. 2007. Riego y fertirriego en vid. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Zacatecas. Calera, Zacatecas. 37 pp.

Najafi, P., S. H. Tabatabaei and K. Asgari. 2012. Assessment of SDI system application on grape. Journal of Food, Agriculture & Environment 10: 260-262.

Pinamonti, F. 1998. Compost mulch effects on soil fertility, nutritional status and performance of grapevine. Nutrient Cycling in Agroecosystems 51:239-248.

Proffitt T. and J. Campbell C .2011. Irrigation management for table grapes in a drying environment. Australian Government. pp 23.

Valenzuela, S. C. 2010. Estrategias para el manejo eficiente del agua de riego en el viñedo. *In*: VII seminario Internacional de Viticultura. Ensenada, Baja California, México. pp 19-24.

PRODUCCIÓN DE TRIGO HIDROPÓNICO EN UN INVERNADERO SEMIEQUIPADO

Mario A. Niño Castañón, Edmundo Castellanos Pérez, J. Santos Serrato Corona, Juan J. Martínez Ríos, Monserrath Compean Valenzuela, Erik H. López de los Santos.

Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango.
ecastellmx@yahoo.com.mx

INTRODUCCION

Los cultivos hidropónicos se refieren a todos aquellos en los que las plantas no crecen en tierra, desde el año 1600 se han venido hecho estudios para determinar cuáles son las sustancias que hacen crecer a las plantas, pero desde hace tiempo atrás ya algunas plantas se venían cultivando sin suelo, ejemplo de ello son los jardines colgantes de Babilonia, los jardines flotantes de los aztecas en México (Resh 2001). Sachs y Knop en 1860 hicieron crecer planta en una solución nutritiva, a este proceso se le llamo "nutriculture" (Resh 2001, Gilsanz 2007). En la Segunda Guerra Mundial la hidroponía fue usada, ya que contaban con sistemas hidropónicos para que las tropas pudieran tener vegetales y frutas frescas (Resh 2001, Gilsanz 2007).

La FAO (2001) define al forraje verde hidropónico como un sistema para producir biomasa vegetal de alta calidad, en un tiempo corto (9-15 días), no importando la época del año, solo se necesita darle las condiciones mínimas . A través de estos sistemas se realiza un uso eficiente del agua, ya que ésta es aportada en las cantidades necesarias y en forma controlada (Espinosa-Rodrígez 2005). Además en sistemas hidropónicos se minimizan las pérdidas por infiltración y evaporación, así también el problema de malezas es mínimo en estos sistemas, porque los medios son estériles o bien son esterilizados, además que el problema de formación de algas en el sistema puede ser minimizado. De hecho al no existir suelo, el problema de las malezas tiende a desaparecer (Barbado 2005, Gilsanz 2007).

En general la aplicación de agroquímicos se reduce en estos sistemas, ya que el suelo como fuente de hospedaje o ciclo de enfermedades desaparece, de todos modos los sistemas hidropónicos no son inmunes a la presencia de patógenos sobre todo aquellos que pueden colonizar medios líquidos. Por otro lado las plagas pueden tener una incidencia similar que en los sistemas tradicionales, pero en la medida que se implementen estrategias de control, como el control integrado de plagas y enfermedades, así como un mejor control de las condiciones de crecimiento, redundará en una aplicación menor de plaguicidas (Gilsanz 2007, López-Aguilar et

al. 2008) así como de fertilizantes (Espinosa-Rodríguez 2005). El forraje verde hidropónico puede ser considerado como un suplemento nutricional para el ganado en tiempo de sequías, ya que contiene el suficiente valor nutricional (López et al. 2012). En las regiones ganaderas donde el agua es muy limitada, el método hidropónico para la producción de FVH es una alternativa para que sea activada la economía, ya que además es un suplemento de alta calidad proteica y con bajo costo (Rodríguez-de la Rocha 2009).

OBJETIVO

Con la finalidad de conocer el crecimiento de un cultivo de invierno con mínimos controles de ambiente en el invernadero, se llevó a cabo este estudio donde el

el objetivo fue medir el crecimiento hidropónico del trigo en el mes de marzo y abril en un invernadero con control mínimo de temperatura ambiental.

MATERIALES Y MÈTODOS

Localización. Este estudio se llevó a cabo en el invernadero de la Facultad de Agricultura y Zootecnia, ubicada en el ejido Venecia Durango, carretera Gómez Palacio - Tlahualilo Km 35. En el periodo comprendido del 15 de Marzo del 2013 a Abril del 2013. El invernadero tiene las siguientes dimensiones 7 m de largo 11 m de ancho y 4.5 m de altura, cuenta con un piso de concreto, tiene malla sombra, cuenta con dos cortinas, estantería, y un sistema de riego automatizado.

Metodología de Producción. La semilla de trigo usada en el estudio, fue la que se encontró en el mercado local para su venta para consumo humano. En un recipiente de 20 litros se pusieron ocho kg de semilla en agua para eliminar la semilla vana e impurezas, se le aplicó hipoclorito de sodio al 1 % durante 15 minutos para desinfectar la semilla, se drenó el agua, nuevamente se puso agua y se dejó remojando durante un periodo de 48 horas. Después se puso la semilla en 10 charolas etiquetadas previamente perforadas, 800 g en cada una. Se extendió la semilla uniformemente tratando de cubrir toda el área. Las dimensiones de las charolas fueron 40 cm x 40 cm x 5 cm. Luego se pasaron las charolas con la semilla a un cuarto obscuro otras 48 horas para que pudieran germinar.

Transcurridas las 48 horas las charolas ya germinadas se colocaron en el primer estante, donde se les aplicó riego con solamente agua, el riego automatizado encendía a partir de las 8:00 am a 8:00 pm, con un intervalo de 2 horas entre riego y con una duración de 4 minutos. El sistema de riego consistió de tubería PVC de 0.019 m de diámetro (0.75 pulgadas) en las líneas de conducción y distribución del agua, y manguera de polietileno de 0.013 m de diámetro en las

líneas regantes, con aspersores cada 40 cm. Las charolas estarán ahí durante 48 horas. Pasadas las 48 horas, las charolas son colocadas en un segundo estante donde en el riego contendrá una solución nutritiva, esta contiene macro y micro elementos. Al completar 13 días de crecer el forraje, las charolas se colocaron nuevamente en el primer estante para que pudieran enjuagarse y así pudieran ser más palatable para los animales a los que se les ofreció este forraje de trigo. La cosecha se llevó a cabo a los 13-15 días después de germinadas. El porcentaje de germinación fue estimado en cada siembra al tercer día.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cosecha se llevó a cabo a los 13 días después de la germinación. En el cuadro 1 se muestran cinco fechas donde se pusieron a germinar semillas de trigo. El porcentaje de germinación medido al tercer día de iniciado el proceso, usando un cuadro de lámina de 5 cm x 5 cm, el cual se localizó al azar en cualquier parte de la charola, se contabilizaron las semillas que germinaron y las que no lograron germinar. Preliminarmente se observa que el porcentaje de germinación está relacionado con la producción de biomasa verde, ya que con una germinación de 41.1% y del 55.9% la producción de biomasa verde fue de 3.27 y 3.15 kg respectivamente, mientras que con germinaciones de 70.2 y 88.7% la producción fue de 4.07 y 4.46 kg en el mismo orden respectivo. Se encontró un gran tapete radicular, conformado por las raíces entrecruzadas debido a la alta densidad de siembra, y las semillas que no germinaron, siendo el peso de la raíz más del doble que el peso de los tallos a excepción de la fecha en que se tuvo mayor germinación, aunque este valor deberá tomarse con reservas porque la altura del tapete es mayor que en las otras fechas. La altura de las plantas que se presenta es la de la planta más alta en cada charola, observándose que no hay diferencia entre las fechas. Referente al medio ambiente parece ser que la temperatura más baja de los días 14 y 26 de Marzo influyó en el porcentaje de germinación, sin embargo el 31 de Marzo la temperatura máxima fue arriba de los 40 °C y tuvo una germinación arriba que tres de las cuatro fechas aquí presentadas (Cuadro 2). Correr las cortinas durante el día, así como el riego continuo no bajó la temperatura al interior del invernadero, por lo que es necesario implementar algún dispositivo para bajar la temperatura de manera económicamente redituable, ya estas temperaturas máximas de más de 40 °C estresan el crecimiento de las plantas, y se puedan así obtener mejores resultados en estas fechas del año.

Cuadro 1. Fechas de actividades y variables medidas durante el período de estudio en 2013.

Preparación de semilla	14 de marzo	19 de marzo	23 de marzo	26 de marzo	31 de marzo
Porcentaje de germinación	68.75	41.13	55.91	88.70	70.17
Fecha de cosecha	31 de marzo	3 de abril	7 de abril	10 de abril	15 de abril
Altura de plantas cm	19.25±0.81	19.30±0.02	21.35±1.30	20.87±0.49	20.05±0.50
Altura del tapete cm[+]	2.65±0.25	2.80±0.01	2.60±0.29	3.25±0.20	2.85±0.11
Peso húmedo de la biomasa kg[++]	3.97±0.20	3.27±0.01	3.15±0.42	4.46±0.19	4.07±0.15
Tallo seco g[+++]	2.18±0.52	1.10±0.37	1.84±0.72	2.46±0.29	1.73±0.20
Raíz seca g[+++]	6.07±1.58	5.45±0.66	5.86±0.12	4.72±0.64	4.27±0.48

[+] Raíz más semilla que no germinó
[++] Raíz, semilla sin germinar y fitomasa aérea en 1600 cm^2
[+++] biomasa en 25 cm^2

Cuadro 2. Condiciones ambientales del invernadero durante el período de estudio en 2013.

	Temperatura máxima °C	Temperatura mínima °C	% Humedad relativa máxima	% Humedad relativa mínima
14 de Marzo	30.2	10.5	53	15
19 de Marzo	39.6	7.9	69	15
23 de Marzo	42.4	10.9	65	15
26 de Marzo	28.0	9.2	57	20
31 de Marzo	41.1	12.4	64	15
03 de Abril	41.0	10.9	68	15
07 de Abril	41.4	11.0	67	15
11 de Abril	41.4	9.3	65	15
14 de Abril	40.3	9.1	75	15

BIBLIOGRAFÍA

Barbado J.L. 2005. Hidroponía. Editorial Albatros SACI. Buenos Aires Argentina. 192 p. http://books.google.com.mx/books?id=aa4A0GakMRsC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.

Espinosa-Rodriguez M. 2005. Proyecto de inversión para la producción de forraje verde hidropónico en Santa Maria Chachopan Nochixtlan, Oax. Tesis de Licenciatura. Licenciado en Ciencias Empresariales. Universidad Tecnológica de la Mixteca. Nochixtlan, Oax. 104 pp. http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/9735.pdf. Página visitada el 28 de Mayo de 2013.

FAO. 2001 Manual Técnico Forraje Verde Hidropónico. Santiago, Chile. ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/field/009/ah472s/ah472s00.pdf. Página visitada el 28 de Mayo de 2013.

Gilsanz J.C. 2007. Hidroponia. www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/ad/ad_509.pdf Página visitada el 28 de Mayo de 2013.

Lopez-Aguilar R., M. Real-Rosas, A. Naranjo-Murillo. 2008. Producción de forraje verde hidropónico. Fundación Produce B.C.S. A.C. http://bajacaliforniasurproduce.com/archivos/Produccion_forraje_Verde_Hidroponico.pdf. Página visitada el 28 de Mayo de 2013.

López A. R., B. Murillo, G. Rodríguez, J. Romero, R. López, y A. Naranjo. 2012. Forraje verde hidropónico, una alternativa para el ganado de zonas aridas. http://pcti.mx/articulos/item/forraje-verde-hidroponico-una-alternativa-para-el-ganado-de-zonas-aridas. Página visitada el 28/ de Mayo de 2013.

Resh, H. 2001. Cultivos Hidropónicos. 5a Edición. Casa Editorial Artes Gráficas Cuesta, Madrid España.

Rodríguez-de la Rocha G.S., D.L. Hernández-Acosta, I.C. Flores-Sáenz, H. Escobedo-Cisneros, A. Quintero-Ramos, V. Santana-Rodríguez, S.M, Rodriguez-Rodriguez. 2009. Cascarilla de avena y paja de trigo utilizados como sustrato parta la producción de forraje verde hidropónico. Tecnociencia Chihuahua 3(3):160-165

INFESTACIONES Y DAÑOS DEL MINADOR DE ARETES, *Coptodisca powellella* (LEPIDOPTERA: HELIOZELIDAE), EN HUERTAS DE NOGAL DE LA COMARCA LAGUNERA

Verónica Ávila-Rodríguez[1] y Urbano Nava-Camberos [2]

[1]Facultad de Ciencias Biológicas, UJED, Gómez Palacio, Dgo. vavilar@gmail.com. [2]Facultad de Agricultura y Zootecnia (FAZ), UJED, Ej. Venecia, Durango. nava_cu@hotmail.com.

INTRODUCCIÓN

Uno de los factores limitantes de la productividad del nogal en la Comarca Lagunera lo constituyen las plagas. Las plagas primarias del nogal en la Comarca Lagunera son el gusano barrenador de la nuez (GBN), *Acrobasis nuxvorella*, y el complejo de pulgones formado por el pulgón amarillo *Monelliopsis pecanis*, el pulgón amarillo de márgenes negros, *Monellia caryella*, y el pulgón negro, *Melanocallis caryaefoliae*. El gusano barrenador del ruezno (GBR), *Cydia caryana*, se ha incrementado en las huertas de nogal de la región, convirtiéndose en una plaga de importancia económica. Otras plagas de importancia secundaria son el gusano telarañero, *Hyphantria cunea*, el salivazo, *Clastoptera achatina*, el barrenador ambrosial de la madera (BAM), *Euplatypus segnis* y el complejo de chinches, *Leptoglossus zonatus*, *Acanthocephala femorata*, *Chlorochroa ligata*, *Nezara viridula* y *Euchistus servus*. Recientemente se han detectado infestaciones y daños al follaje de los árboles en varias huertas de nogal por una plaga potencial denominada localmente como minador de aretes del nogal. La Laguna es la región con mayor problemática de plagas y la Costa de Hermosillo es la región con un complejo de plagas menos numeroso (Nava y Ramírez 2002). Los objetivos del presente estudio fueron determinar los niveles de infestación y daños del minador de aretes del nogal en huertas nogaleras de la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diagnóstico regional de la incidencia del minador de aretes. Este estudio se llevó a cabo en ocho huertas de nogal (Hormiguero, Las Mercedes, San Ramiro, y huerta de la UAAAN-UL, Coahuila; El Refugio, Los Anfibios, La Loma y huerta de la FAZ-UJED, Durango) de la Comarca Lagunera, durante el 2012. Se realizó un muestreo de la plaga en cada huerta de nogal entre el 18 de septiembre y el 13 de octubre del 2012. Se inspeccionaron 10 hojas en cada uno de cinco árboles de las variedades Western y Wichita, por lo que el tamaño de muestra por variedad y huerta fue de 50 y 100 hojas, respectivamente. En cada hoja se registró el número de aretes

(estuche colgante con larvas grandes o pupas) y orificios o “tiros de munición” (daños por las larvas en las hojas).

Niveles de infestación y daños del minador de aretes a través del ciclo del cultivo. Este estudio se llevó a cabo en cuatro huertas de nogal (Hormiguero, Coahuila; El Refugio, La Cántabra y huerta de la FAZ-UJED, Durango) de la Comarca Lagunera, durante el 2013. Se realizaron muestreos con frecuencia quincenal en cada huerta de nogal del 18 de abril al 20 de agosto del 2013. Se inspeccionaron de 60 a 100 hojas por huerta, tomando 10 hojas en cada uno de 6 a 10 árboles, por fecha de muestreo. En cada hoja se registró el número de aretes y orificios o “tiros de munición”.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción del minador de aretes. Este insecto posee metamorfosis completa, por lo que posee los estados biológicos de huevecillo, larva, pupa y adulto. El adulto es una palomilla pequeña (micropalomilla) que mide de 1.0 a 1.5 mm de largo (Figura 1A). La larva completamente desarrollada mide alrededor de 1.0 mm (Figura 1B). Los daños los causan las larvas al alimentarse internamente de las hojas formando un orificio a manera de “tiro de munición”. Las larvas elaboran un estuche o “arete” colgante antes de pupar con el tejido de las hojas, de tal forma que la pupación ocurre dentro del arete. El “arete” mide 3 mm de largo x 1 mm de ancho (Figura 2) (Powell y Opler 2009).

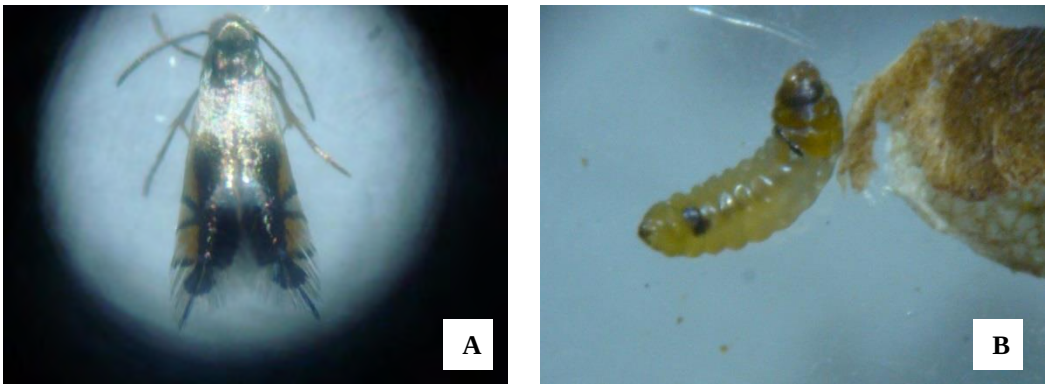


Figura 1. Adulto (micropalomilla) (A) y larva madura (B) del minador de aretes del nogal.

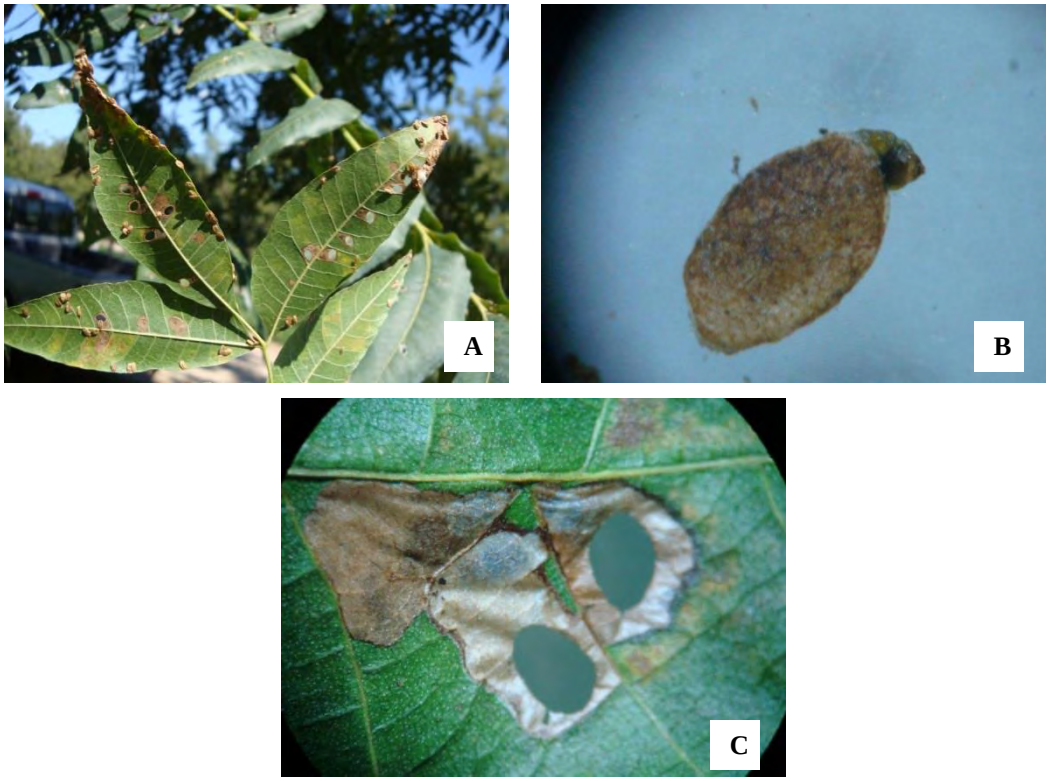


Figura 2. Daños típicos del minador de aretes: hoja con “tiros de munición” y aretes (A), sección de una hoja con dos “tiros de munición” (B) y arete con una larva madura en su interior (C).

Incidencia regional del minador de aretes. El 100% de las huertas de nogal se encontraron infestadas por la plaga durante el 2012. Los niveles de infestación y daños fueron muy variables. La mayoría de las huertas (5 huertas) presentaron infestaciónes y daños bajos (63%), dos huertas tuvieron infestaciones y daños medios (25%) y sólo una huerta presentó infestación y daños altos (13%). Se observó una tendencia a presentar mayor daño en la variedad Wichita (Cuadro 1).

Niveles de infestación y daños del minador de aretes durante el ciclo del cultivo. Las infestaciones y daños de la plaga variaron grandemente entre localidades. La incidencia de la plaga fue baja durante la mayor parte del ciclo del cultivo de nogal (abril a julio) en todas las huertas bajo estudio; observándose un incremento significativo a partir de principios de agosto (Figuras 3 y 4). Similarmente, Heyerdahl y Dutcher (1990) encontraron que cuatro especies de minadores de hojas del nogal presentaron sus mayores poblaciones de larvas a fines del verano y en el otoño de 1980-82, en Georgia, USA.

Cuadro 1. Infestaciones y daños del minador de aretes del nogal en huertas nogaleras de la Comarca Lagunera, durante el 2012.

Localidad (Huerta)	Variedad	Promedio de aretes por hoja	Promedio de orificios por hoja
1	Western	0.08	0.78
	Wichita	0.26	1.32
2	Western	0.44	0.98
	Wichita	0.28	1.04
3	Western	0.84	2.84
	Wichita	0.68	2.92
4	Western	1.12	2.22
	Wichita	1.86	3.20
5	Western	1.72	2.84
	Wichita	1.74	2.76
6	Western	3.50	5.42
	Wichita	2.76	5.16
7	Western	3.28	5.80
	Wichita	4.28	8.08
8	Western	31.08	25.06
	Wichita	31.50	31.72

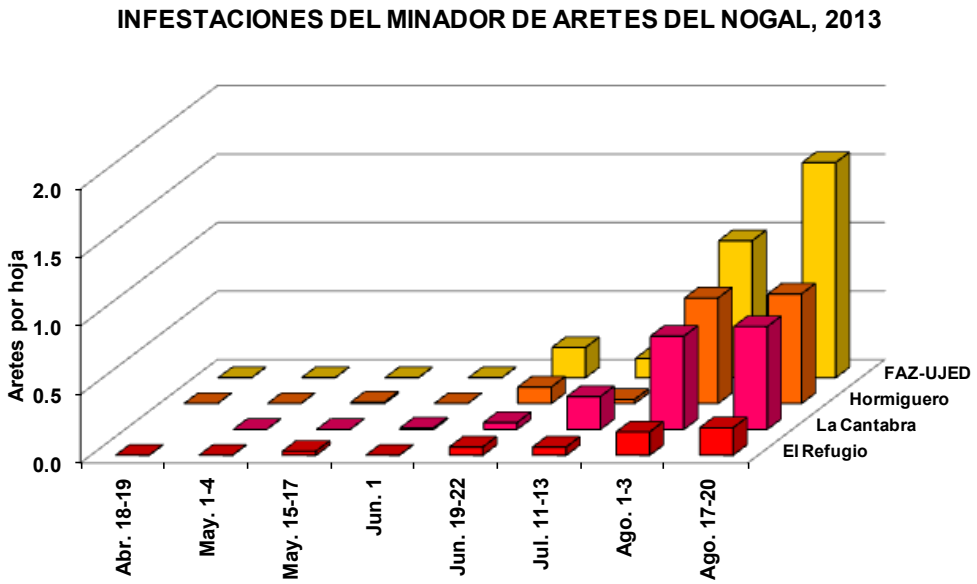


Figura 3. Niveles de infestación del minador de aretes durante el ciclo del cultivo del nogal en varias huertas nogaleras de la Comarca Lagunera, durante el 2013.

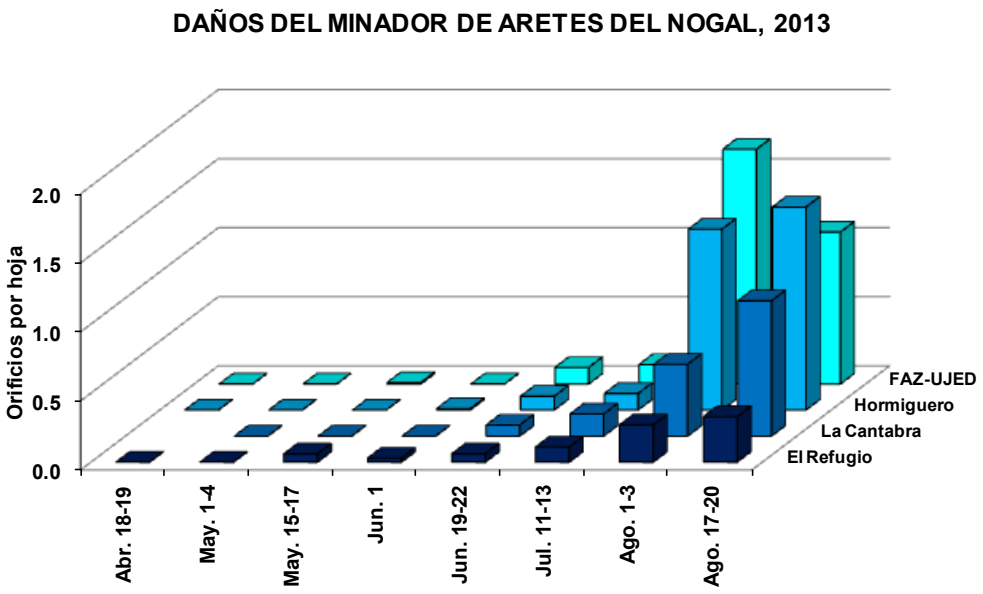


Figura 4. Daños al follaje por el minador de aretes durante el ciclo del cultivo del nogal en varias huertas nogaleras de la Comarca Lagunera, durante el 2013.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente: el minador de aretes del nogal se considera una nueva plaga potencial del cultivo del nogal en la Comarca Lagunera, observándose que se encuentra presente en todas las huertas de la región con una gran variación en sus niveles de incidencia, actualmente la mayoría de las huertas presentan niveles de infestación y daños bajos, durante la mayor parte del ciclo del cultivo las infestaciones y daños son bajos, los cuales se incrementan notablemente a partir de principios de agosto.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración y gran disposición de los encargados y propietarios de las huertas nogaleras consideradas en este estudio.

BIBLIOGRAFIA

Nava C., U. y M. Ramírez D. 2002. Manejo integrado de plagas del nogal. In: Tecnología de Producción en Nogal Pecanero. Arreola A. J. y I. Reyes J. (eds.). Libro Técnico No. 3. Campo Experimental La Laguna, CIRNOC, INIFAP. Matamoros, Coahuila, México. pp. 145-176.

Powell, J. A. and P. A. Opler. 2009. Moths of Western North America. University of California Press. Berkeley, CA, USA. 369 p.

Heyerdahl, R. H. and J. D. Dutcher. 1990. Seasonal abundance and overwintering mortality in populations of lepidopterous leafminers of pecan. Journal of Entomological Science 25:394-408.

POBLACIONES DE PULGONES Y ARTRÓPODOS DEPREDADORES Y SUS RELACIONES EN HUERTAS DE NOGAL CON DIFERENTE MANEJO DE INSECTICIDAS

Verónica Ávila-Rodríguez[1] y Urbano Nava-Camberos [2]

[1]Facultad de Ciencias Biológicas, UJED, Gómez Palacio, Dgo. vavilar@gmail.com. [2]Facultad de Agricultura y Zootecnia (FAZ), UJED, Ej. Venecia, Durango. nava_cu@hotmail.com.

INTRODUCCIÓN

Uno de los factores limitantes de la productividad del nogal en la Comarca Lagunera lo constituyen las plagas. Las plagas primarias del nogal en la Comarca Lagunera son el gusano barrenador de la nuez (GBN), *Acrobasis nuxvorella*, y el complejo de pulgones formado por el pulgón amarillo *Monelliopsis pecanis*, el pulgón amarillo de márgenes negros, *Monellia caryella*, y el pulgón negro, *Melanocallis caryaefoliae*. El gusano barrenador del ruezno (GBR), *Cydia caryana*, se ha incrementado en las huertas de nogal de la región, convirtiéndose en una plaga de importancia económica. Otras plagas de importancia secundaria son el gusano telarañero, *Hyphantria cunea* y el complejo de chinches, *Leptoglossus zonatus*, *Acanthocephala femorata*, *Chlorochroa ligata*, *Nezara viridula* y *Euchistus servus*. Recientemente se han detectado árboles de nogal atacados por el barrenador ambrosial de la madera (BAM), *Euplatypus segnis*. El GBN, GBR y el complejo de pulgones son las plagas principales y las más ampliamente distribuidas en las diferentes regiones nogaleras de México. La Laguna es la región con mayor problemática de plagas y la Costa de Hermosillo es la región con un complejo de plagas menos numeroso (Nava y Ramírez 2002). Los objetivos del presente estudio fueron determinar la fluctuación poblacional de pulgones y sus artrópodos depredadores en nogal; así como establecer las relaciones entre ellos, durante los ciclos agrícolas 2012 y 2013.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se llevó a cabo en las siguientes tres huertas de nogal de la Comarca Lagunera: huerta de la FAZ-UJED, Venecia, Durango, la cual se encuentra en proceso de producción orgánica de nuez; huerta El Refugio, Durango con manejo biorracional de plagas y huerta de Hormiguero, Coahuila, con manejo de plagas mediante el uso de insecticidas convencionales. Se realizaron muestreos de pulgones amarillos y negros; así como de depredadores mediante inspección visual de hojas con frecuencia mensual del 26 de abril al 25 de agosto del 2012 y con frecuencia quincenal del 18 de abril al 20 de agosto del 2013. En cada huerta se revisaron de 60 a 100 hojas, tomando 10 hojas por árbol en un total de 6 a 10 árboles seleccionados al

azar en toda la huerta, en cada fecha de muestreo. En cada hoja se contabilizaron los pulgones amarillos, pulgones negros, catarinitas, crisopas y otros depredadores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Densidades de pulgones. Las densidades del pulgón amarillo fueron de bajas a intermedias sin alcanzar el umbral económico de 20 pulgones por hoja, durante abril, mayo, julio y agosto en ambos años, en las tres huertas. Las densidades de esta plaga fueron altas durante el mes de junio, en ambos años, pero solo rebasaron el umbral económico en una localidad (huerta El Refugio) durante el 2013 (Figura 1).

Con relación al pulgón negro, no se detectó en abril del 2012, ni de abril a junio del 2013. Sus poblaciones fueron bajas durante mayo a julio del 2012 y en julio del 2013. Durante el mes de agosto las poblaciones del pulgón negro se incrementaron en todas las huertas en ambos años. Esta plaga solo rebasó el umbral económico de 2 pulgones por hoja en una localidad (huerta Hormiguero) durante el 2013 (Figura 2).

Densidades de artrópodos depredadores. Los depredadores más abundantes en las huertas de nogal fueron crisopas verdes, principalmente la especie *Chrysoperla comanche* Banks, y las catarinitas gris, *Olla v-nigrum*, y convergente, *Hippodamia convergens* Guérin. Además, existe un complejo de varias especies de arañas depredadoras, cuyas poblaciones máximas variaron de 0.10 a 0.33 arañas por hoja, en promedio, en las huertas bajo estudio, durante agosto del 2013. Las crisopas verdes fueron mucho más abundantes que las catarinitas en las tres localidades, en ambos años. Las mayores densidades de crisopas se observaron de mediados de mayo a mediados de julio (Figura 3). En general, las poblaciones de catarinitas son bajas, presentando sus mayores densidades en junio en las diferentes localidades en ambos años (Figura 4). Por lo anterior, el comportamiento poblacional de estos tres grupos de depredadores presentó una tendencia similar al de sus presas (particularmente pulgones amarillos).

Relaciones entre depredadores y pulgones. Los patrones poblacionales tanto de crisopas como de catarinitas exhibieron una relación densodependiente con respecto a los patrones poblacionales de pulgones amarillos y negros. En las huertas El Refugio y Venecia, con manejo biorracional y orgánico de plagas, respectivamente, se estimaron proporciones depredador-presa que variaron de 1 depredador por cada 1 a 8 pulgones; mientras que en la huerta Hormiguero, con manejo convencional, las proporciones depredador-presa variaron de 1

depredador por cada 3 a 27 pulgones, durante todo el período de muestreo. Estas proporciones depredador-presa fueron altas y permitieron que las poblaciones de pulgones se mantuvieran bajas (por abajo de los umbrales económicos de 20 pulgones amarillos y 3 pulgones negros por hoja) en las tres huertas. En la huerta El Refugio se rebasó el umbral económico para los pulgones amarillos el 19-22 de junio del 2013, debido a que la proporción depredador:presa fue baja (1 depredador por cada 78 pulgones amarillos). Al respecto, se han reportado proporciones depredador-presa (catarinitas + crisopas: pulgones) efectivas para regular las poblaciones de pulgones en nogal de 1:30 (LaRock y Ellington 1996) y 1:15 (Martínez *et al*. 2002).

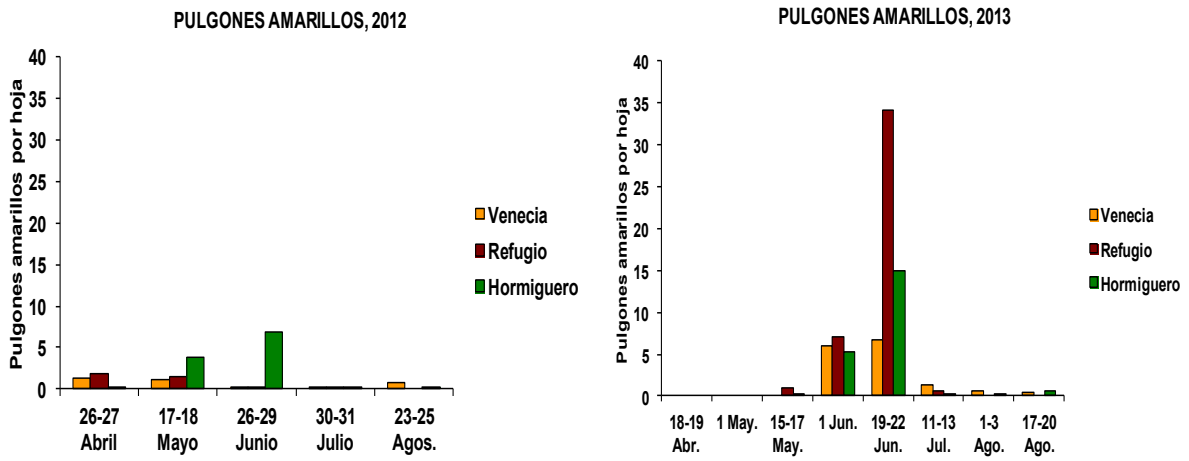


Figura 1. Poblaciones de pulgones amarillos en huertas de nogal de la Comarca Lagunera, durante 2012 y 2013.

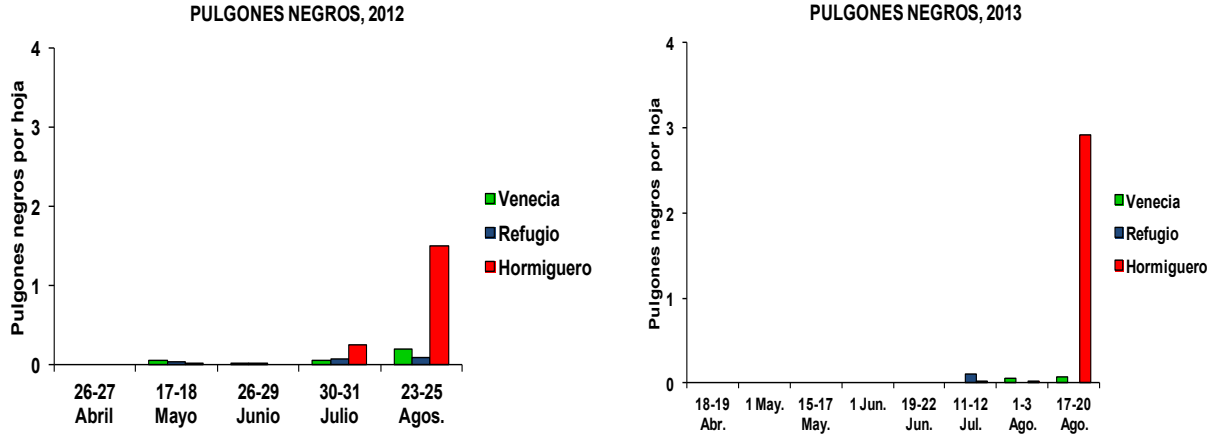


Figura 2. Poblaciones de pulgón negro en huertas de nogal de la Comarca Lagunera, durante 2012 y 2013.

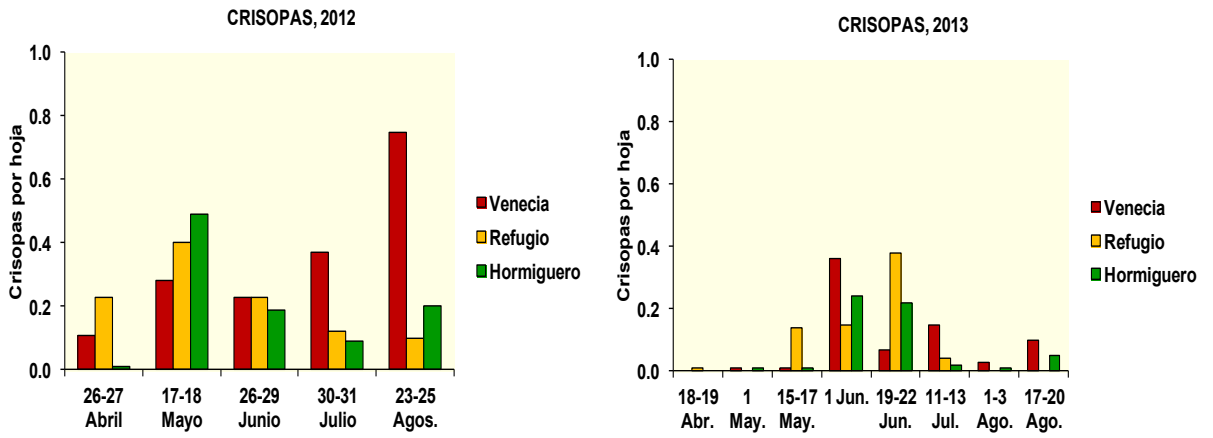


Figura 3. Poblaciones de crisopas en huertas de nogal de la Comarca Lagunera, durante 2012 y 2013.

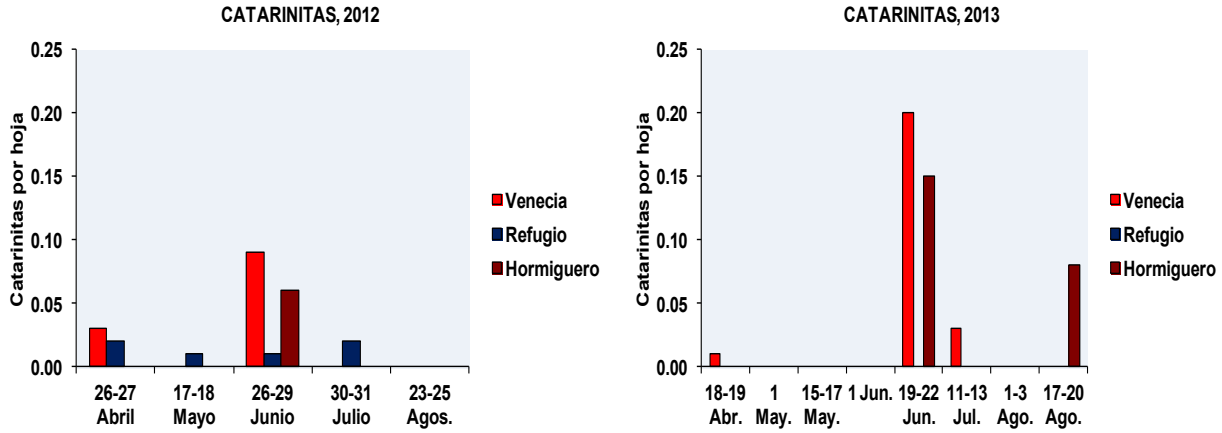


Figura 4. Poblaciones de catarinitas en huertas de nogal de la Comarca Lagunera, durante 2012 y 2013.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en ambos ciclos agrícolas, se puede concluir lo siguiente: el pulgón amarillo fue más abundante que el pulgón negro, las densidades de pulgones amarillos y negros variaron entre localidades debido a las diferencias en el manejo de plagas, las proporciones depredador:presa (crisopas+catarinitas: pulgones) fueron generalmente altas, lo cual permitió una regulación natural efectiva de las poblaciones de los pulgones.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración y gran disposición de los encargados y propietarios de las huertas nogaleras consideradas en este estudio.

BIBLIOGRAFIA

LaRock, D. R. and J. J. Ellington. 1996. An integrated pest management approach, emphasizing biological control, for pecan aphids. Southwest. Entomol. 21(2): 153-166.

Martínez A., I. P., M. Ramírez D., U. Nava C. y J. M. Vázquez N. 2002. Fluctuación poblacional de pulgones y sus depredadores en huertas de nogal, con y sin alfalfa en la Comarca Lagunera. *In*: Báez S. R. y J. J. Juvera B. (eds.). Actas del XXV Congreso Nacional de Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico. Hermosillo, Sonora, México. pp.178-180.

Nava C., U. y M. Ramírez D. 2002. Manejo integrado de plagas del nogal. In: Tecnología de Producción en Nogal Pecanero. Arreola A. J. y I. Reyes J. (eds.). Libro Técnico No. 3. Campo Experimental La Laguna, CIRNOC, INIFAP. Matamoros, Coahuila, México. pp. 145-176.

DETERMINACIÓN DE INDICADORES FÍSICOS DEL SUELO EN CINCO SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE

Magdalena Guadalupe Villarreal Rodríguez[1], Cirilo Vázquez Vázquez[2], Ignacio Orona Castillo[2], Esperanza Herrera Torres[1] Federico Rosales Alferez[1]

[1]Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México. Carretera Durango-Mezquital Km 11.5.C.P. 34000. mgvr7714@prodigy.net.mx [2] Universidad Juárez del Estado de Durango Facultad de Agricultura y Zootecnia. División de Estudios de Posgrado. Apartado postal 1-142. Venecia, Gómez Palacio, Dgo

INTRODUCCIÓN

Se considera necesario para las personas involucradas en el uso de la tierra conocer las propiedades físicas del suelo de cultivo para poder mantenerlo en las mejores condiciones tomando en cuenta que existen diferentes tipos de suelo y en base a ello determinar cuál es la qué cantidad de agua de riego que necesitan para la producción de cultivos, así como la capacidad de campo; por ejemplo es muy diferente regar un suelo arenoso que uno arcilloso que tiende a inundarse (Rucks *et al.,* 2004). Las principales propiedades características de los suelos las podemos agrupar en: color, estructura, clase textural, pendiente, tipo de suelo y densidad aparente. La importancia del color del suelo se debe a su relación con el clima, diversos componentes del suelo entre ellos minerales, la materia orgánica y son estos los que determinan su color y el drenaje. Los suelos de color más oscuro, generalmente son más ricos en materia orgánica por lo que será más productivo. Los colores rojizos indican que los suelos son bien aireados, no se encharcan y son fértiles (PRONATTA, 2002)

Los suelos tipo K y V tienen las características siguientes: el suelo tipo K, es de color pardo, castaño rojizo o rojizo obscuro son los suelos que tienen un horizonte A molico no muy duro cuando se seca, con grado de saturación de más del 50% y con nivel relativamente alto en contenido de carbono orgánico (INEGI, 2009) y un horizonte B árgico subsuperficial con un significativo contenido de arcilla y una textura franco arenosa o muy fina; carece de propiedades sálicas y gleicas en los 50 cm superficiales. A su vez el suelo (V) se caracteriza por las grietas anchas y profundas que aparecen en ellos en la época de sequía. Son suelos muy arcillosos frecuentemente cafés rojizos en el norte (López, 2009), presentan procesos de contracción y expansión, se localizan en superficies de poca pendiente y cercanos escurrimientos superficiales. Por tanto, el color rojo es, en general, un indicio de que el suelo está bien drenado, no es húmedo en exceso y es fértil. La estructura es la forma como se encuentran organizados los agregados del suelo y por consiguiente determinan la porosidad: porción de suelo que está ocupada por aire y/o por agua que se clasifica en muy fina, fina,

media, gruesa y muy gruesa (Dorronsoro, 2009). En suelos secos los poros estarán ocupados por aire y en suelos inundados, por agua. Los factores que la determinan son principalmente la textura, estructura y la cantidad de materia orgânica. Según la intensidad con que se manifieste el desarrollo de la estructura se cataloga como débil, moderada y fuerte y por su forma en bloques subangulares, granular, migajosa laminar, cúbica, prismática y columnar (INEGI, 2009). La mejor estructura es la de tipo bloque y granular que se caracteriza por una estructura física adaptable a los microorganismos vivos. La superficie de los gránulos de un suelo constituye el lugar donde se producen la mayoría de las reacciones bioquímicas pertenecientes al ciclo de la materia orgánica, el nitrógeno y otros minerales, a la meteorización de las rocas. La estabilidad estructural se entiende por la resistencia de los agregados a modificar su forma y su tamaño por la acción de factores externos. Los agentes responsables de la estructura son las características hídricas junto a la textura, materia orgánica, pH, trioxidocarbonato ($CO3^{=}$), oxidos e hidróxidos de Fe, actividad biológica.

Entonces un suelo pasa a tener su propia individualidad, pudiéndose reconocer y diferenciar**.** El Horizontes A en el Distrito de riego 052 tiene las siguientes características: forma de bloques subangulares, tamaño muy fino y desarrollo débil, agregados porosos de forma redondeada, agrupados en granos pequeños casi esféricos (no se ajustan a los agregados vecinos). El Horizontes B se distingue por: forma de bloques subangulares, tamaño mediano con desarrollo moderado. Típicamente en los horizontes arcillosos. Agregados de forma poliédrica, con superficies no muy planas, de aristas y sin formación de vértices. Las caras del agregado se ajustan moderadamente a las de los agregados vecinos. (INEGI, 2009).

La textura se refiere a las características de un suelo que depende de su granulometría por ejemplo del limo, arcilla, arena gruesa y arena fina, grava, gravilla. El suelo se puede clasificar según su textura fina (más del 35% de arcilla), media (menos del 35% de arcilla y menos del 65% de arena) o gruesa (Menos del 35% de arcilla y menos del 65% de arena). La interpretación de la textura se refiere a que los suelos arenosos son menos fértiles que los limosos y éstos a su vez menos que los arcillosos en término de contenido de nutrientes United States Department of Agriculture (USDA). 2013 La textura media y buen contenido de materia orgánica permiten el movimiento de agua y aire así como la suficiente cantidad de arcilla permite obtener humedad del suelo. Algunos suelos presentan además piedras y gravilla La textura de un suelo afecta en gran medida a su productividad ya que los suelos con un porcentaje elevado de arena suelen ser incapaces de almacenar agua suficiente como para permitir el buen crecimiento de las plantas y pierden grandes cantidades de minerales y nutrientes por lixiviación hacia el subsuelo. Los suelos que contienen una proporción mayor de

partículas pequeñas, por ejemplo las arcillas y los limos, son depósitos excelentes de agua y encierran minerales que pueden ser utilizados con facilidad. Sin embargo, los suelos muy arcillosos tienden a contener un exceso de agua y tienen una textura viscosa que los hace resistentes al cultivo y que impide, con frecuencia, una aireación suficiente para el crecimiento normal de las plantas. El porcentaje de textura para el Estado de Durango es de fina 7.70 media 84.30 gruesa 7.64 (INEGI, 2009).

Las pendientes del suelo se agrupan en los siguientes siete tipos: 0-2%, 2-5%, 5-8%, 8-16%, 16-30%, 30-45% y > 45%. Las pendientes elevadas suponen una dificultad para la infiltración del agua en el suelo por lo que generan al igual que otras condiciones. La topografía del terreno determina mayormente la cantidad de escorrentía superficial y erosión; también, los métodos de riego y drenaje, las medidas de conservación y las prácticas de manejo necesarias para preservar el suelo y agua. (Dal-Ré y Ayuga, 2004). La topografía del suelo según el INEGI (2009) la pendiente es: a: < al 8% suave, b: entre el 8 y el 14% pendiente media y c: mayor del 20% se considera como alta.

La densidad aparente del suelo viene determinada por la relación entre el peso obtenido y el volumen de suelo correspondiente y está en relación a la porosidad. Los factores que la afectan son principalmente tres: la textura, la estructura y la presencia de materia orgánica. Suelos con texturas arenosas tienden a tener densidades mayores que suelos más finos, al mismo tiempo en suelos bien estructurados los valores son menores (Ibarra, 2005), entrega valores promedios de densidad aparente (g/cm^3) para suelos de rocas y minerales 2.65; arena 1.9-1.7; Textura franca 1.3-1.0; suelo rico en humus 0.9-0.8. Un suelo muy poroso será menos denso; un suelo poco poroso será más denso. A mayor contenido de materia orgánica, más poroso y menos denso será el suelo (Ibarra, 2009). Su valor en los horizontes A suele estar comprendido entre 1 y 1.25, mientras que en los horizonte B puede alcanzar hasta 1.5 o más alto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio. Los cinco establos estudiados estan ubicados en el área del distrito de riego 052, Valle del Guadiana, Durango, con coordenadas geográficas: latitud norte 23º 50' 00", longitud oeste 104º 32' 00" .Se encuentran a 1862 metros sobre el nivel del mar (Observatorio meteorológico de Durango, 2008). El clima, corresponde al templado subhúmedo, zona semiárida con lluvias de mayor humedad de junio a septiembre, según la clasificación de Koppen Su temperatura promedio es de 18ºC anual con una precipitación promedio de 450 milímetros por año. El área cultivable en conjunto consta de 227 Has.

Procediendo de muestreo suelo. El análisis del suelo se efectuó según indicaciones de la NOM-021-RECNAT-2000. El periodo de muestreo fue por tres días consecutivos a una profundidad en cultivos forrajeros de 0 a 10 cm de profundidad, 0-20 cm y de 20-40 cm. (Sosa, 2002). La muestra de suelo de los cinco establos se efectuaron a una profundidad de 0- 40 cm en zig-zag, por el método del cuarteo (Figuras 1-2). Se transportaron en bolsas de plástico nuevas según protocolo del laboratorio del Instituto Tecnológico de Villa Montemorelos.

Figura 1

Figura 2

Métodos y principios de análisis físico- químicos del suelo

Los análisis físicos químicos del suelo se apegaron a la Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000 y a los parámetros del laboratorio de suelos de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango-2010. La textura del suelo se determinó por el método de Bouyoucos (AS-09), la densidad aparente del suelo por el método del cilíndrico de volumen (AS-03), el color del suelo por medio de la carta de Munsell método (AS-22), consideramos el sistema de clasificación de suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) (2007). La estructura y la pendiente del suelo según la clasificación de la carta edafológica (INEGI, 2008)

CONCLUSIONES

Concluimos que de acuerdo al tipo de suelo el K proporciona moderada producción agrícola y el V mantiene buenas cosechas. El color del suelo es más productivo para los suelos obscuros y los de color rojo son fértiles. La pendiente ligera considera inundaciones ocasionales moderas en los suelos cultivables. La textura fina es fértil y la media de desarrollo intermedio. La densidad aparente es la ideal en todos los suelos. La estructura en el horizonte A presenta abundancia de materia orgánica descompuesta o humus elaborado, y de compuestos solubles por lo que no es muy fértil. La clase textural del suelo dominante fue para el limoso-arenoso (53.33%) siguiéndolo en importancia el suelo limoso-arcilloso-arenoso (33.3%) y por último el suelo franco con solo un 13.33%. Los suelos arenosos son menos fértiles que los limosos y

éstos a su vez menos fértiles que los arcillosos. Las texturas francas al tener un mayor equilibrio entre sus componentes son las ideales.

RESULTADOS. Cuadro 1.

Tipo de suelo %	Color %	Pendiente %	Textura %	Clase textural %	Tipo Estructura %	Densidad aparente gr/cm^3	*MEDIAS **Norma ***Resultados
Castañozem luvico (KL) 80 Vertisol crómico (Vc) 20	castaño rojizo 60 castaño obscuro 20 rojizo 20	< 8 100	Fina 53.33 Moderadamente Gruesa 40 Gruesa 6.6	Migajón arcilloso Arenoso 33.3 Migajón arenoso 53.33 Franco 13.33	Horizonte 1: Bloques subangulares 60 Horizonte 2: Bloques subangulares 40	Establo 1 Norma Resultado Establo 2 Resultado Establo 3 Resultado Establo 4 Resultado Establo 5 Resultado	*1.1433 **1.1 a 1.6 ***Normal *1.36333 ***Normal *1.23333 ***Normal *1.27333 ***Normal 1.18667 ***Normal

BIBLIOGRAFÍA

Dal-Ré Tenreiro Rafael y Francisco Ayuga Téllez. 2004. Mundi-Prensa Libros. Madrid, España.

Dorronsoro, C. 2009 Departamento de Edafología y Química Agrícola. Universidad de Granada. España.

Ibarra, Adrian. 2005. Densidad aparente. Ed. Araucaria. Temuco, temuco, Chile.

Instituto Nacional de Estadística-Geografía e Informática (INEGI), 2009. Datos calculados a partir del Conjunto de Datos Edafológicos (vectoriales), escala 1:250 000.

López, G.E. 2009. Edafología. Tesis de maestría en ciencias conservación y manejo de recursos naturales.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria (PRONATTA). 2002. El Suelo Propiedades físicas-químicas Conservación. Macoa, Colombia.

Norma Oficial Mexicana (NOM-021-RECNAT-2000). Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis.

Rucks, L. F. García. A. Kaplán J. Ponce de León. M. Hill. 2004. Propiedades Físicas del Suelo. Dpto. Suelos y Aguas. Montevideo-Uruguay.

Sosa, A. 2002. Muestreo de suelos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Rivadavia 1439 (1033) Buenos Aires, Argentina.

United States Department of Agriculture (USDA). 3013. Independence Ave SW, Washington, DC 20250, Estados Unidos.

UJED

FAZ

Informes

Carretera Gómez Palacio-Tlahualilo Km 32
Venecia, Durango. Méx.
Teléfonos: 01 (871) 711 88 75 y 711 88 76
Correo electrónico:faz.ujed@prodigy.net.mx
http://faz.ujed.mx/eventos/semana25.html

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:faz.ujed@prodigy.net.mx
http://faz.ujed.mx/eventos/semana25.html

Responsable:

Ph. D. Juan José Martínez Ríos
(jmartinez_rios@prodigy.net.mx)
DIRECTOR